



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
katedra geografie

Bakalářská práce

Prostorová analýza městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích

Vypracovala: Kristýna Sauerová
Vedoucí práce: doc. RNDr. Stanislav Kraft, Ph.D.

České Budějovice 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Prostorová analýza městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích

.....

Kristýna Sauerová

Poděkování

Ráda bych tímto textem poděkovala především doc. RNDr. Stanislavu Kraftovi, Ph.D., vedoucímu práce, za rady a čas, který mi během vzniku této práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat Dopravnímu podniku města České Budějovice, a.s. za poskytnutí dat pro analytickou část. Velké poděkování patří taktéž mé skvělé rodině, přítelovi a kamarádům.

SAUEROVÁ, K. (2021): Prostorová analýza městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, katedra geografie, České Budějovice, 57 s.

Abstrakt

Bakalářská práce s názvem „Prostorová analýza městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích“ si klade několik cílů. Prvním z nich je seznámení s pojmem „městská hromadná doprava“ a představení základních konceptů, postavení v dopravním systému, základních charakteristik anebo nejčastěji řešených témat. Dalším cílem je představení současné organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. K tomu bude využita interpretace číselných údajů z výročních zpráv Dopravního podniku města České Budějovice, a.s., které by měly lépe přiblížit současnou podobu dopravní sítě městské hromadné dopravy a její vývoj od roku 2002. Cílem samotné praktické části je pak provést prostorovou analýzu celé sítě a vybraných linek na základě poskytnutých dat a vlastního měření. Grafické výstupy z analýzy jsou následně podpořeny textovou částí. Jejich výsledky pak ukazují shody a zároveň překvapivé odlišnosti od položených hypotéz, a představují tak možnosti pro navazující bližší výzkum.

Klíčová slova

městská hromadná doprava, prostorová analýza, České Budějovice, dopravní podnik

SAUEROVÁ, K. (2021): Spatial Analysis of Urban Transport in České Budějovice. Bachelor Thesis. University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education, Department of Geography, České Budějovice, 57 p.

Abstract

The Bachelor's thesis titled "Spatial Analysis of Urban Transport in České Budějovice" has several aims. Its first goal is to introduce the term "urban transport" and explain basic concepts as well as the role of urban transport in the transport system. Next, it also provides basic characteristics of urban transport and the most frequently addressed issues. Another aim of the thesis is to present the current arrangement of urban transport in České Budějovice. Numerical data from the annual reports of the Transport Company of České Budějovice, a.s. are interpreted in order to describe the current urban transport network and its development since 2002. The aim of the practical part is to carry out a spatial analysis of the entire network and selected lines based on the provided data and author's research. Graphic outputs from the analysis are subsequently supported by a text part. Some results confirm the formulated hypotheses, but some show surprising differences and therefore can provide opportunities for further research.

Keywords

urban transport, spatial analysis, České Budějovice, transport company

Obsah

1. Úvod	7
2. Teoretická východiska	9
2. 1. Městská hromadná doprava a její význam v dopravním systému	9
2. 2. Charakteristiky sítě městské hromadné dopravy	15
2. 3. Moderní trendy v městské hromadné dopravě	16
2. 4. Vizualizace dat pomocí geografických informačních systémů	18
2. 5. Hypotézy výzkumu	22
3. Metodika a datová základna	23
4. Současná organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích	26
5. Prostorová analýza městské hromadné dopravy	31
5. 1. Charakteristiky sítě městské hromadné dopravy	31
5. 2. Pohyb cestujících na obsluhovaných linkách vybraným vozem	37
6. Syntéza výsledků	42
7. Závěr	47
8. Zdroje informací a literatura	49
9. Seznam tabulek, grafů a mapových výstupů	53
10. Přílohy	54

1. Úvod

Ve druhé polovině 20. století se v tématu dopravy udály velké změny. Vlivem růstu počtu obyvatel, výstavby suburbii v zázemí měst či zvyšujících se příjmů domácností vzrůstala ve vyspělých zemích také poptávka po dopravě, která by umožňovala rychlé přesuny v rámci jednotlivých lokalit v prostoru. Díky technologickému pokroku v automobilovém průmyslu, což mělo za následek i snížení cen automobilů, došlo k masivnímu nárůstu počtu osob, které si tento dopravní prostředek mohly dovolit vlastnit (Pucher, 2004). Nárůst počtu automobilů však způsobil problémy¹, na které bylo třeba vhodně zareagovat. Důležitým instrumentem se stala hromadná doprava, která díky svým vlastnostem (např. vyšší přepravní výkon) je schopna problémy nárůstu počtu automobilů například v centrech měst částečně zmírňovat.

Využívání městské hromadné dopravy se napříč jednotlivými částmi světa liší. V Evropě má městská hromadná doprava mnohem větší význam než například v Kanadě či USA. Jedním z hlavních důvodů je menší míra decentralizace a vysoká hustota zalidnění měst Evropy. Tím, že je mnoho obyvatel koncentrováno ve městě, dochází také k větší poptávce po městské hromadné dopravě, která by plnila obslužnou funkci v dopravním systému daného města. Rozdíly ve využívání lze ale také spatřovat na úrovni jednotlivých států Evropy, kde nejnižší využívání městské hromadné dopravy má Nizozemsko, ovšem tato hodnota je stále vyšší než v případě výše zmíněné Kanady či USA (Pucher, 2004).

Evropský fenomén ve využívání městské hromadné dopravy se bezesporu týká i České republiky. Městská hromadná doprava přepraví v České republice nejvíce cestujících ze všech druhů veřejné dopravy (v roce 2019 to bylo 80 %) a veřejná doprava celkově pak přepraví více cestujících ročně než individuální automobilová doprava. V případě městské hromadné dopravy se od roku 2010 do současnosti pohybují počty přepravených cestujících za rok v minimálních hodnotách od 2 135 200 000 (v roce 2017) do maximálních hodnot 2 231 200 000 (v roce 2019) (Ministerstvo dopravy, 2019). Není zde pozorován významný meziroční růst tak jako v případě přepravního výkonu. Lze tedy odvodit, že ačkoliv počet cestujících zůstává přibližně stejný, výrazně se prodlužuje vzdálenost, na kterou jsou cestující přepravováni. Těmto a mnohým dalším poznatkům bude věnována pozornost v této bakalářské práci.

¹ Jedná se o problémy spojené s přetížeností komunikací, ale také např. dopad na životní prostředí.

Bakalářská práce s názvem „Prostorová analýza městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích“ si klade několik cílů, které by měla splnit. Tím hlavním je vytvoření prostorové analýzy městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. Zmíněný cíl navazuje na teoretické poznatky této práce, tedy zejména na charakteristiky městské hromadné dopravy, které jsou uvedeny v kapitole 2. 2. a následně s nimi pracuje kapitola 5. 1. v praktické části. Také zde bude pozornost věnována pohybu cestujících na linkách, které byly obsluhovány vybraným vozem. Pro analýzu budou využita data poskytnutá Dopravním podnikem města České Budějovice, a.s. a také vlastní výpočty či měření. Výsledkem této analýzy pak budou grafické výstupy (mapy, grafy, tabulky) a jejich následná textová interpretace. Celkově tedy by měl tento cíl poskytnout čtenáři ucelený obraz o prostorových zákonitostech městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích.

Dílčím cílem této práce je obecně seznámit čtenáře práce s pojmem „městská hromadná doprava“, a to jednak jej definovat, avšak také zasadit jeho postavení do kontextu dopravního systému. Dále přiblížit koncepty, které s pojmem městská hromadná doprava úzce souvisejí, představit výhody či nevýhody městské hromadné dopravy a stručnou historii přístupu k jejímu studiu. Také bude v teoretické části pozornost věnována vizualizaci dat v tématech městské hromadné dopravy. Teoretické představení těchto výše zmíněných oblastí je důležité k pochopení vztahu pojmu „městská hromadná doprava“ v geografickém kontextu.

Posledním dílčím cílem je vystižení současné organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. K tomu bude využita zejména interpretace číselných údajů z výročních zpráv, které Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. zveřejňuje každým rokem na svých internetových stránkách, přičemž v době psaní této kapitoly nebyla ještě k dispozici výroční zpráva z roku 2020². Výroční zprávy Dopravního podniku města České Budějovice obsahují základní charakteristiky této sítě. Jedná se například o počet a délku linek, množství přepravených cestujících či počet zastávek v síti. Tento cíl by měl přiblížit současnou podobu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích a její vývoj v průběhu 21. století.

² Použity tedy budou výroční zprávy z let 2004-2019, které obsahují data z let 2002-2019.

2. Teoretická východiska

2. 1. Městská hromadná doprava a její význam v dopravním systému

Pojem "městská hromadná doprava" lze interpretovat řadou definic. Některé tento pojem definují v poněkud širším pojetí, jiné definice se naopak vztahují pouze na osobní městskou hromadnou dopravu, která je i předmětem zkoumání této práce. Dle Ožanové (2008) lze charakterizovat osobní městskou hromadnou dopravu takto: „*Městská hromadná doprava (MHD) představuje periodickou hromadnou přepravu osob v sídelních útvarech a jejich nejbližších příměstských oblastech, a to za pomoci speciálních hromadných dopravních prostředků*“ (Ožanová, 2008, s. 295).

Tyto hromadné dopravní prostředky, zmíněné v předchozí definici, lze rozdělit do dvou skupin. První z nich jsou kolejové hromadné dopravní prostředky, do které se řadí tramvajová dráha, podzemní dráha (metro), (pří-)městská rychlodráha a také lanová dráha. Další skupinou jsou nekolejové hromadné dopravní prostředky, kam patří nejčastěji autobusy a trolejbusy různých kapacit. Také se sem řadí i lodní městská hromadná doprava, která je typická pro různé části světa (např. pro Francii či Nizozemsko). Jsou patrné i územní rozdíly ve skladbě používaných hromadných dopravních prostředků v rámci jednotlivých dopravních systémů. V největších sídlech se používá často jako dopravní prostředek metro, naopak v menších městech, kde je menší poptávka po městské hromadné dopravě, by se výstavba metra a jeho provoz finančně nevyplatily, a proto je zde zajišťována doprava například nekolejovými městskými hromadnými prostředky či tramvajemi (Drdla, 2005).

V České republice se vyskytují obě výše zmíněné kategorie městských hromadných dopravních prostředků. Celkově je městská hromadná doprava v České republice součástí 116 měst (Wikipedia, 2020a). Z toho podzemní dráha se nachází pouze v Praze a tramvajová dráha je využívána v osmi městech – konkrétně v Praze, Brně, Ostravě, Olomouci, Plzni, Liberci, Mostě a Litvínovu (Czechtrams, 2007). Trolejbusová doprava pak je na území České republiky provozována ve čtrnácti městech³ (Wikipedia, 2020b). Dále jsou součástí městské hromadné dopravy i lanové dráhy (například v Praze či Mariánských lázních) anebo lodní doprava, která je nově součástí městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích, ale typická je také například pro Prahu (Wikipedia, 2020a).

³ Jde o Brno, České Budějovice, Hradec Králové, Chomutov-Jirkov, Jihlava, Mariánské Lázně, Opava, Ostrava, Pardubice, Plzeň, Praha, Teplice, Ústí nad Labem, Zlín-Otrokovice.

Dvěma základními koncepty jak v geografii dopravy obecně, tak i v tématu městské hromadné dopravy, jsou mobilita a akcesibilita. Prostorová mobilita je schopnost pohybu v rámci jednotlivých míst (Hanson, 2004) a vzniká „jako důsledek diferenciací (heterogenity) geografického prostoru“ (Kraft, 2015, s. 24). Tento pohyb lze rozdělit do dvou kategorií na základě jeho charakteru. První kategorií je jednorázový pohyb nevratného charakteru. Druhou kategorií je pak pohyb vratný, při kterém se osoba vrací zpět do výchozího bodu (Ivan, Tvrđý, 2007).

Český statistický úřad (2004) dále rozdělil tuto druhou kategorii dojížděky na dvě menší skupiny, a to na pohyb cirkulační v rámci jednoho dne a na pohyb cirkulační v rámci určitého časového intervalu. V kategorii cirkulačního pohybu v rámci jednoho dne se může jednat o pohyb každodenní (např. denní dojížděka do školy či zaměstnání) nebo o nedenní či nepravidelný pohyb (např. dojížděka k lékaři či za zábavou). Ve skupině cirkulačního pohybu v rámci časového intervalu pak lze nalézt například dojížděku za rekreací opakující se sezónně nebo dojížděku do zaměstnání, přičemž je zde podmínka, že daný člověk musí v dané oblasti přechodně několik dnů v týdnu bydlet (Český statistický úřad, 2004).

Druhý pojem „akcesibilita“ pak znamená počet příležitostí, které jsou umístěny v určité vzdálenosti či čase od výchozího místa. Jako synonymum k tomuto pojmu se v českém prostředí používá slovo „dopravní dostupnost“ (Hudeček, 2008). S narůstající vzdáleností v rozmístění jednotlivých příležitostí v prostoru vzrůstá i závislost akcesibility na mobilitě (Hanson, 2004). Hudeček (2008) pokládá akcesibilitu jako jeden z klíčových faktorů, který ovlivňuje společnost v prostoru.

V minulosti bylo uspořádání jednotlivých příležitostí ve městech více kompaktní. To v praxi znamená, že například jednotlivé služby či pracovní příležitosti byly v docházkové vzdálenosti od místa bydliště. Na větší vzdálenosti proto nebylo potřeba denně docházet. Nyní, v souvislosti se specializací jednotlivých zón v rámci systému města (obytná zóna, průmyslová zóna aj.), již tomu tak většinou není. Zároveň však v důsledku technologického pokroku je daleko snazší prostorová mobilita (např. právě prostřednictvím městské hromadné dopravy). Tím jsou jednotlivé lokality, kde jsou příležitosti umístěny, lépe dopravně dostupné, a to i na delší vzdálenosti než v minulosti (Hanson, 2004).

Ačkoliv se využívání městské hromadné dopravy napříč zeměmi liší, i přesto má v dopravním systému každé z nich městská hromadná doprava důležitý význam. Slouží k relativně rychlému a levnému přesunu v rámci městských systémů. Důraz na rychlost je v dnešní době jasně znát, například výstavbou speciálních pruhů pro vozidla městské hromadné dopravy nebo používáním zařízení, která na křižovatce tato vozidla upřednostňují. To, jak bude tento druh dopravy rychlý, je jeden z důležitých faktorů pro cestující, zda zvolí pro svou cestu právě městskou hromadnou dopravu, nebo využijí jiný druh dopravy (např. prostřednictvím automobilu či kola). Dále je mimo jiné pro cestující důležitá také dostupnost zastávek či intenzita spojů.

Využívání městské hromadné dopravy je prospěšné hned v několika směrech – ať už v enviromentálních otázkách či v zajišťování dopravy pro specifické skupiny ve společnosti, pro které je městská doprava mnohdy i jedinou možnou variantou dopravy na delší vzdálenosti než vzdálenost docházková. Pucher (2004) vytyčil několik oblastí, kde má využívání městské hromadné dopravy pozitivní dopad.

První z nich je ta, kde pomocí městské hromadné dopravy lze zmírňovat dopravní zácpy ve městech. Z důvodu nárůstu využívání osobních automobilů ve 21. století vzrostl také provoz na pozemních komunikacích, který s sebou přinesl i časté dopravní zácpy ve městech. Tím, že městská hromadná doprava dokáže přepravit velké množství cestujících v rámci jednoho vozu, se také ulehčuje provozu. Platí, že všechny prostředky městské hromadné dopravy ulehčují vytížení pozemních komunikací, pokud jsou v co největší míře využívány jejich kapacity. Nejefektivnější je používání metra, protože není součástí silničního provozu a je schopné přepravit až 36 000 cestujících za jednu hodinu, což je výrazně více než kterýkoliv jiný prostředek městské hromadné dopravy (Pucher, 2004).

Další výhodou je šetření energie. Městská hromadná doprava je schopna přepravit větší množství cestujících v jednom vozidle než individuální automobilová doprava. Individuální automobilová doprava se často mimo jiné potýká s problémem, že v rámci jednoho vozu cestuje pouze jeden člověk. To je, co se týče energetické účinnosti, velmi nevýhodné. Rozdíly v energetické náročnosti jsou patrné také v rámci jednotlivých prostředků městské hromadné dopravy. Například autobus, ve kterém cestuje pouze jeden či dva lidé, je až desetkrát energeticky náročnější než metro, které dokáže v rámci jednoho vozu přepravovat více než 100 cestujících⁴ (Pucher, 2004).

⁴ Výstavba metra tedy dokáže významně ulevit dopravě v největších světových metropolích.

Využívání prostředků městské hromadné dopravy šetří i životní prostředí. Existují výzkumy, které porovnávají znečištění, jež připadá na jednoho cestujícího za jeden kilometr jízdy. Tyto hodnoty se liší v závislosti na zvoleném druhu dopravního prostředku a na tom, který druh znečištění se sleduje (např. znečištění vzduchu, vody či půdy). Záleží také, jak je daný dopravní prostředek obsazen – pokud v rámci jednoho autobusu cestuje pouze minimum cestujících, znečišťuje ovzduší v přepočtu na jednoho cestujícího na kilometr jízdy více než v případě cesty osobním automobilem (Pucher, 2004).

Městská hromadná doprava zajišťuje dopravu pro všechny skupiny obyvatelstva. Hraje klíčovou roli v mobilitě určitých skupin, jimiž jsou například lidé v důchodovém věku či zdravotně postižení, kteří kvůli svému zdravotnímu stavu nemohou v dopravě po městě využít automobil. Do kategorie takto znevýhodňovaných skupin lze zařadit i žáky a studenty, kteří si nemohou dovolit vlastnit automobil anebo na pořízení řidičského průkazu nemají dostatečný věk. Dopravní podniky pro výše zmíněné skupiny zřizují často slevy na jízdě, jež jim poskytují výhodné cestování městskou hromadnou dopravou.

Kromě výše zmíněných pozitivních hledisek má městská hromadná doprava taktéž své potenciální zápory, kvůli kterým se lidé mohou rozhodnout spíše pro zvolení automobilové či jiného druhu individuální dopravy. K záporům lze zařadit delší cestovní čas některých prostředků městské hromadné dopravy v porovnání s automobilovou dopravou, kdy v důsledku většího množství zastávek či vyšší hodnotě deviatility⁵ může docházet k prodlužování časového intervalu dosažení vybrané cílové stanice. Zároveň však může nastat i opačný případ, a to ten, že je zastávek v rámci systému městské hromadné dopravy příliš malé množství anebo mají nevhodné umístění (např. jsou vzdáleny od místa z výchozího bodu cestujícího). Rozhodujícími jsou také intervaly mezi jednotlivými spoji anebo návaznost jednotlivých linek v rámci celého dopravního systému určitého sídla. Záleží už pak pouze na preferenci cestujících, zda nedostatky, které městská hromadná doprava v rámci dopravního systému města má, jsou schopni tolerovat, nebo zvolí jinou alternativu možnosti dopravy do jejich cíle cesty.

⁵ Deviatilita udává odchylku délky linky od vzdušné vzdálenosti konečných zastávek a bude představena v kapitole 2. 4.

Historie přístupů ke studiu městské hromadné dopravy se samozřejmě v průběhu let měnila tak, jako tomu bylo v případě studia dopravy obecně. Zejména kvantitativní metody a později nástup geografických informačních systémů přinesly do výzkumů cenné nástroje, prostřednictvím kterých lze zobrazovat prostorové jevy. Nyní jsou tato témata více obohacena o interpretaci těchto jevů a kvalitativní vysvětlování souvislostí, ačkoliv kvantitativní metody se zde stále používají. Do prací se promítají také aktuální témata 21. století, například environmentální otázky.

Typické téma v oblasti městské hromadné dopravy je dopravní dostupnost jednotlivých míst v prostoru. Výzkumy se zabývají tím, co přinese rozvoj městské hromadné dopravy v rámci určité sítě a jaké jsou dopady této nové organizace. Například zda výstavba nové linky zlepší významně dopravní dostupnost anebo kam se mají vhodně umístit zastávky městské hromadné dopravy, aby je mohlo využívat co nejvíce cestujících.

Studie Buczek, Szlapińska, Minh (2018) se zabývala tím, kam lze umístit jednotlivé zastávky v rámci optimalizace sítě městské hromadné dopravy ve městě Hanoi, hlavním městě Vietnamu. Analýza pracovala se vzdáleností na nejbližší zastávku městské hromadné dopravy. Na základě dat, které byly vytvořeny digitalizací prostřednictvím topografických map či ortofoto, byla vypočítána plocha obytné oblasti a GIS-T⁶ modelem spočítáno, kolik zastávek městské hromadné dopravy mají k dispozici určité oblasti ve vzdálenosti do 500 m a poté do 1 km. Výpočty zahrnující spočítanou plochu a procento obyvatel v dané obytné oblasti posloužily následně ke znázornění, které čtvrtě mají největší procento své plochy ve vzdálenosti od nejbližší zastávky nad stanovený přípustný limit, a vytyčily se oblasti vhodného umístění zastávek, které by jejich dostupnost zlepšily.

V českém prostředí lze zmínit například práci Hudeček, Píro (2011), kteří se zabývali tím, jak se zlepšuje dopravní dostupnost centra města v souvislosti s rozvojem městské hromadné dopravy. Prezentovali zde i prognózy do budoucna, konkrétně to byl rok 2020. Tento výzkum byl aplikován na území Prahy a jako centrum města byla zvolena stanice Můstek. Samotná analýza, ke které byly použity geografické informační systémy, brala do úvahy kromě cestovního času prostřednictvím městské hromadné dopravy i čekací dobu mezi jednotlivými spoji nebo také čas pěších přesunů. Závěr analýzy přinesl pohled na to, jak se v případě rozvoje sítě městské hromadné dopravy zlepší dostupnost centra města pro obyvatele a jak tento rozvoj ovlivnil dostupnost centra v minulosti.

⁶ GIS-T jsou geografické informační systémy pro dopravu, jimž pozornost bude věnována v kapitole 2. 4.

Dopravní dostupnost je zkoumána i v souvislosti s ideálním rozmístěním terciárních aktivit v prostoru. Práce na toto téma se zabývají tím, zda je akcesibilita těchto aktivit městskou hromadnou dopravou dostačující, případně jak její dostupnost pro obyvatele zlepšit. Například studie De Jong, Amer (2002) se zabývala rozmístěním vládních nemocnic a lékáren ve městě Dar es Salaam, nejlidnatějším městě Tanzanie. Tam se město kvůli rychlému přírůstku obyvatel nekontrolovatelně rozšiřuje v důsledku potřeby masivní výstavby nových domů. Studie proto zkoumala, jak dobře jsou služby rozmístěny v prostoru a zda mají dobrou dopravní dostupnost pro jednotlivé čtvrtě. Tyto analýzy zahrnující práci s geografickými informačními systémy a daty z dotazníkového šetření pak ukázaly problematické lokality v prostoru, které nedisponují zdravotnickým zařízením.

Dále je typické téma vztahu suburbanizace a městské hromadné dopravy. V důsledku procesu suburbanizace vzniká také větší poptávka po dopravě. V případě nadměrného využívání automobilové dopravy ale vznikají ve městech dopravní zácp. Městská hromadná doprava tedy funguje jako dobrý nástroj pro zmírnění dopravních zácp, pokud obsluhuje taktéž přilehlá suburbia⁷ (Pucher, 2004). Přesně tomuto se věnoval například článek od autorů Cervero, Day (2009), kteří se zabývali udržitelnou dopravou ve městě Hanoi, jež by byla schopna efektivně obsluhovat toto rychle se rozrůstající město. Téma však také rezonuje v českém prostředí, zejména na příkladu hlavního města Prahy. Článek Urbánková, Ouředníček (2006) se zabýval vlivem suburbanizace na pražský region, konkrétně například skladbou městské hromadné dopravy v historických souvislostech a dopravní dostupnost centra Prahy osobním automobilem. Zjistili díky tomu nedostačující nabídku městské hromadné dopravy pro jednotlivá suburbia, která vede k rostoucí poptávce po individuální automobilové dopravě.

Ve spojitosti s městskou hromadnou dopravou se také často vyskytují otázky environmentálních dopadů. Studie se zabývají například místy, kde jsou nejvíce emitovány skleníkové plyny, dále také měření hluchnosti v jednotlivých lokalitách či trvale udržitelným způsobem dopravy. Toto téma bylo také jedno z předmětů zkoumání v již výše zmíněném článku Cervero, Day (2009), a to snaha o implementování trvale udržitelné městské hromadné dopravy do dopravního systému města. V České republice jsou environmentální témata taktéž často řešena. Lze zmínit řadu kvalifikačních prací, například Kešner (2009), který za pomoci geografických informačních systémů sestrojil mapy hluku.

⁷ Obyvatelé suburbií často uskutečňují denní dojížděku za prací, vzděláním či službami do blízkého centra.

2. 2. Charakteristiky sítě městské hromadné dopravy

V analýzách městské hromadné dopravy lze nalézt charakteristiky, pomocí kterých se matematicky vyjadřují vlastnosti určité sítě městské hromadné dopravy, jež je předmětem zkoumání. Olivková (2007) ve své práci jmenuje některé z těchto charakteristik, které se v praxi využívají nejvíce. Prostřednictvím nich lze lépe síť městské hromadné dopravy hodnotit či navzájem porovnávat.

Prvními dvěma charakteristikami jsou provozní délka dopravní sítě a provozní délka linky. Olivková (2007) uvádí v případě provozní délky dopravní sítě následující definici: „Provozní délka dopravní sítě je délka dopravních cest, měřená podle os komunikací, po kterých jsou vedeny linky hromadné osobní dopravy.“ (Olivková, 2007, s. 2). Druhou výše zmíněnou charakteristikou je provozní délka linky, která také vychází z délek os komunikací, ovšem měří se mezi počáteční a konečnou zastávkou v rámci trasy zkoumané linky (Olivková, 2007).

Další používanou charakteristikou je hustota dopravní sítě, která se využívá také v oblasti městské hromadné dopravy, nicméně její význam lze nalézt i v dopravních analýzách obecně. Vypočítávána je tak, že se délka dopravní sítě vydělí plochou území, které obsluhuje. Výsledek se pak udává podle zvolených jednotek většinou v km/km^2 . Na tento výpočet poté mohou navazovat další charakteristiky. Jednou z nich je střední délka chůze k nejbližší zastávce. Její výpočet operuje s průměrnou vzdáleností zastávek v síti, ze které se následně za použití vzorce vypočítává střední délka chůze k té nejbližší. Výsledná hodnota slouží k hodnocení dostupnosti určitého systému městské hromadné dopravy v prostoru (Olivková, 2007).

Důležitou vlastností pro charakteristiku sítě městské hromadné dopravy je i průměrná vzdálenost mezi jednotlivými zastávkami⁸, protože ta rozhoduje mimo jiné o tom, jak bude městská doprava rychlá. V případě velkého množství zastávek totiž sice dochází k lepší dostupnosti zastávek, ale také ke zpomalování dopravy (Buczek, Szlapińska, Minh, 2018). Průměrná vzdálenost mezi zastávkami je tedy podíl délky sítě (či samotné linky) ku počtu zastávek. Výpočet se poté liší v závislosti na tom, zda je předmětem zkoumání celá síť nebo jen jedna určitá linka. Dále lze ještě sledovat například nepřímou linky (neboli deviatilita)⁹, což je podíl skutečné délky určité linky a vzdálenosti vzdušnou čarou mezi její počáteční a konečnou zastávkou (Olivková, 2007).

⁸ Dle Olivkové (2007) je vzdálenost mezi zastávkami v českém prostředí většinou 300-400 m.

⁹ Ideální deviatilita linek je na základě tohoto článku v hodnotách 1,2-1,3.

2. 3. Moderní trendy v městské hromadné dopravě

Městská hromadná doprava tak jako doprava celkově podléhá určitým trendům. Moderní trendy lze pozorovat jak na celostátní, tak i na celosvětové úrovni, a představují určitý směr, kterým se městská hromadná doprava ubírá. Níže jsou jmenovány a popsány některé z nich, avšak těchto trendů lze pozorovat celou řadu.

Městská hromadná doprava spadá do konceptu tzv. Smart City, což zahrnuje spolupráci moderních technologií (např. internetu, GPS) v oblasti dopravy, energetiky, logistiky atd. Toto zapojení informačních technologií s sebou přináší například přehlednost a snadnější dostupnost informací o městské hromadné dopravě pro cestující (Slavík, 2019).

Spolupráce městské hromadné dopravy a moderních technologií je významně spjata s rozvojem internetu. Jedná se například o mobilní aplikace, pomocí kterých si cestující pohodlně koupí jízdenku přes chytrý telefon. Takové aplikace provozují buďto jednotliví dopravci anebo celá sdružení. Jedním z takových je například rakouské Oberösterreichischer Verkehrsverbund (OÖVV), které sdružuje celkem 19 dopravců, a prostřednictvím jejich aplikace si lze pohodlně nakoupit jízdenky pro cesty v rámci tohoto sdružení (Smartcity v praxi, 2020).

V případě spolupráce městské hromadné dopravy a GPS se uplatňuje zejména monitorování polohy jednotlivých vozů, kde každý vůz v dané síti je vybaven vlastním GPS lokátorem. Pomocí nich je pak možné sledovat polohu jednotlivých vozů v síti městské hromadné dopravy. To je užitečné nejen pro dispečery dopravního podniku, kteří celou síť na dálku řídí, ale také pro speciální autonomní systémy, které usnadňují práci samotným řidičům. Jedná se například o zařízení, které na základě GPS lokace při přiblížení se zastávce automaticky spustí hlášení dané zastávky. Takové zařízení bylo dáno do provozu v roce 2013 v Pardubicích. Dále je možné GPS technologie využít pro upřednostňování vozidel na křižovatkách, jejichž zařízení rozpozná, že ke křižovatce jede vozidlo městské hromadné dopravy a upřednostní ho v průjezdu křižovatkou před ostatními vozidly (Korbel, 2013).

Další trend představují tzv. integrované dopravní systémy, známé též pod zkratkou IDS. Ty slouží pro propojení jednotlivých druhů doprav (např. železniční a městské hromadné dopravy) v jeden celek, který na sebe navazuje a komunikuje spolu. Vyznačují se tím, že v rámci jednotlivých druhů dopravy má cestující jednu jízdenku, spoje na sebe navazují, sdílí společný jízdní řád a zpravidla se jedná o jednu tarifní zónu, takže není potřeba kupovat vícepásmové jízdenky (Jareš, 2016).

Ožanová (2008) ve své práci identifikovala podmínky, které by integrovaný dopravní systém měl mít, aby mohl správně plnit funkci, pro kterou byl vytvořen. Jedná se již o výše zmíněný jednotný cestovní tarifní systém, dále pak musí být v systému vyřešena otázka záchytných parkovišť, které bývají zřizovány poblíž železničních stanic nebo na okrajích center měst¹⁰. Na tato parkoviště se dopraví cestující nejprve autem a následně pokračují dopravním spojem, který je zakomponován do integrovaného dopravního systému v rámci oblasti. Tím tedy dojde k tomu, že se nepřeplní město osobní automobilovou dopravou. Všechny druhy dopravy zahrnuté v tomto systému však musí na sebe navzájem navazovat tak, aby daný cestující nemusel příliš dlouho čekat nebo se přesouvat daleko mezi jednotlivými nástupními stanicemi (Ožanová, 2008).

Snížování emisí skleníkových plynů do ovzduší je taktéž velmi výrazný trend i na globální úrovni. Tento problém je tématem řady prací po celém světě – jednou z nich je například článek Pucher, Peng, Mittal, Zhu a Korattyswaroopam (2007) zabývající se trendy v městské hromadné dopravě v Číně a Indii. Tam identifikují právě znečištění ovzduší jako významný problém, nicméně uvádí další, ke kterým se řadí i hluk či znečištění vody.

Za účelem snížení emisí jsou podnikány v městské hromadné dopravě kroky, které zahrnují upřednostňování elektrické trakce vozidel. Dopravními podniky jsou často pořizovány autobusy, které využívají pouze elektromotor, tudíž neprodukují žádné emise. Nevýhoda takovýchto autobusů je samozřejmě ta, že se musí nabíjet, čímž stejně vzniká určitá ekologická stopa. Nákup těchto autobusů podporuje i Evropská unie, například v rámci Operačního programu doprava 2014-2020 (Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2017).

¹⁰ V Českých Budějovicích je takové záchytné parkoviště umístěno v Jírovcově ulici a s centrem města je spojeno linkou 23, ve které je jízda zcela zdarma.

2. 4. Vizualizace dat pomocí geografických informačních systémů

Pro vizualizaci prostorových dat se v geografii často využívají geografické informační systémy. Ty zahrnují řadu funkcí, pomocí kterých se dají data znázornit, a to ať už ve 2D či 3D prostoru. Předtím než lze provést vizualizaci určitého jevu, je potřeba mít vhodná data. Jedná se většinou o databázi, která obsahuje samotnou síť bodů s informacemi o poloze v rámci sítě a dalšími jejich atributy, a to v digitální podobě. Může se jednat o body, linie, polygony nebo o tzv. mozaikování, a pro každou analýzu se hodí jiný typ této datové základny (Shaw, Rodrigue, 2020). Využití těchto systémů lze samozřejmě nalézt jak v tématech fyzické geografie (např. mapy klimatické, hydrologické), tak v tématech sociální geografie (např. mapy zaměřené na dopravu či obyvatelstvo), a v dnešní době mají velmi široké využití.

Není tomu jinak ani v tématech geografie dopravy. Pro vizualizaci dopravních dat se v geografii dopravy využívají geografické informační systémy pro dopravu (Geographic Information Systems for Transportation), označované zkratkou GIS-T. Tím, že se v geografických informačních systémech zobrazují data s dopravní tematikou velmi často, vznikla v tomto směru řada speciálních analýz, metod či modelů uzpůsobených pro potřeby vizualizace dopravních jevů. Tyto modely či analýzy fungují na základě výpočtů, jež se provádí z upravených dat, která jsou o dané síti k dispozici.

GIS-T se v dnešní době využívají v soukromé i komerční sféře. K rozvoji využívání těchto systémů došlo významně s rozvojem internetu, a hlavně s rozvojem globálního polohového systému, známého též pod zkratkou GPS. Protože GPS dnes lze nalézt v mobilních telefonech, stávají se i GIS-T systémy součástí běžného života. Například se jedná o získávání informací o provozu na silnicích v reálném čase a řízení dopravy. Dále GIS-T využívají přepravní společnosti, kde fungují také jako nástroj pro sledování firemních vozidel v síti (Shaw, Rodrigue, 2020). Takovýto nástroj slouží zejména dispečerům, kteří mají přehled o tom, kde se určité vozidlo nachází, což významně pomáhá v logistice.

GIS-T využívají i ostatní obory při řešení témat spjatých s dopravou, jako je třeba ekonomie či environmentalistika. V případě ekonomie se jedná zejména o statistické výpočty, kterou cestu k danému cíli zvolit, aby náklady během dopravy byly co nejmenší. Environmentalistika se pak zabývá výhradně ekologickými dopady dopravy v prostoru. Tyto systémy používá dále také oblast cestovního ruchu kvůli analýzám poptávky po cestování do určité lokality (Shaw, Rodrigue, 2020).

Využívaných modelů v případě geografie dopravy je samozřejmě velké množství a v praxi dochází k jejich propojování. Pokud by bylo třeba je nějakým způsobem kategorizovat, může se použít např. článek Shaw, Rodrigue (2020), kteří tyto metody a modely rozdělili do několika skupin na základě společné metodiky a podobného řešeného tématu.

První z kategorií jsou modely pracující s nejkratší vzdáleností cest. Tento model využívá algoritmu hledající nejkratší vzdálenost mezi jednotlivými uzly v síti a následně zobrazuje nejkratší cestu mezi zvolenými body. Jedná se o velmi často používané algoritmy, které se uplatňují zejména v případě analýzy dopravní dostupnosti zvoleného cíle z určitého místa. Dělí se do dvou základních kategorií, a to na algoritmus vzdálenost-vektor (distance-vector algorithm) a algoritmus stavu spojení (link-state algorithm). Jejich rozdíl pak spočívá v tom, že u algoritmu vzdálenost-vektor nese uzel informace pouze o sousedním uzlu, kdežto v případě druhého zmíněného, tedy algoritmu stavu spojení, obsahuje uzel informace o hierarchii celé sítě¹¹ (Wang, Crowcroft, 1992; Sagar, 2019).

Modely prostorové interakce, do kterých se řadí například gravitační, potenciální či maloobchodní modely, se zaměřují na výpočet hodnoty interakcí určitých míst v síti. Jedná se o modely, které jsou velmi často využívány v analýzách ve spojitosti s dopravou. Tyto modely se od sebe liší výpočtem a tím, jaké interakce zkoumají. Gravitační model měří hodnotu interakcí mezi jednotlivými dvojicemi míst. Naopak potenciální model zjišťuje potenciální hodnotu interakcí vedoucích z ostatních sídel do jednoho společného centrálního sídla. Poslední, maloobchodní model, pak vypočítává hranici v případě dvou míst, ve které se mění jejich sféra vlivu (Shaw, Rodrigue, 2020).

Dalšími jsou modely zabývající se problémy s umístěním objektů v rámci určité sítě. Často se jedná například o továrny či sklady a základní otázkou je najít umístění těchto objektů v rámci sítě, ve kterém budou nejnižší náklady na distribuci zboží zákazníkům a zároveň i vhodné umístění, co se týče lokalizace vhodné pracovní síly či vstupních surovin pro výrobu. Klíčovými hodnotami v těchto modelech je tedy vzdálenost od zákazníka, avšak také čas, za který se daná služba může k zákazníkovi dostat (Pedroso, Rais, Kubo, Muramatsu, 2012).

¹¹ Od toho se odvíjí náročnost na vstupní data anebo také náchylnost na potenciální chyby, protože algoritmus vzdálenost-vektor občas vytváří tzv. „count to infinity problem“.

Následující kategorie, modely zkoumající problémy toků v síti, se zabývá výpočty, které mají optimalizovat využití určité sítě, například té dopravní. V případě dopravy to může být otázka, kolik maximálně kamionů lze vyslat na určitou cestu tak, aby toto množství nepřekročilo přípustné maximum. Také lze tyto algoritmy využít v případě výpočtů souvisejících se zatížením mostů, a to například kolik maximálně může projet přes určitý most, aby se nezpůsobovalo jeho dlouhodobé nadměrné poškození (Park, 2015). K těm nejznámějším modelům, které se zabývají problémy toků v síti, patří například tzv. minimum cost flow problem. Ten se zabývá tím, jakou cestu zvolit, aby se minimalizovaly náklady na přepravu, ale maximalizoval profit, tzn. využívala se plně kapacita, kterou určitá cesta může mít. K těm dalším používaným modelům v rámci této kategorie patří samozřejmě také tzv. maximum flow problem. Ten zanedbává náklady na přepravu, ale hledá pouze trasu v rámci určité sítě, která má největší možnou kapacitu (Boyles, 2014).

V případě geografie dopravy a zároveň i geografie cestovního ruchu je možné využít modelů poptávky po cestování. Úkolem nich je předpovídat budoucí vzorce v chování během výběru a uskutečnění cesty. Existuje více takových modelů, např. four-step trip generation. Tento model využívá 4 kroků, aby poskytl představu o plánovaných cestách do určité oblasti. Zkoumá počet cest, které by mohly být uskutečněné, jejich cíl, použité dopravní prostředky, a předpovídá následně zvolení konkrétní trasy. Data pro vstup byla dříve sbírána například pomocí dotazníku, dnes jsou však v tomto směru častěji využívána data z mobilních telefonů prostřednictvím služby GPS. Na základě sebraných polohových informací jednotlivých zařízení je možné analyzovat a do určité míry i předpovídat plán následující cesty (např. dovolené, které se periodicky opakují). Těchto dat je ale velké množství, proto jejich zpracování je poměrně náročné (Streetlight Data, 2020).

Poslední ze zmíněných kategorií v článku jsou modely interakce záborů půdy a dopravy. Používají se k predikci vlivu pozemků na dopravu a naopak, protože dochází k jejich vzájemnému ovlivňování. Na základě výpočtů, které tyto modely provádí, se předvídájí různé hodnoty jevů, které mohou nastat v případě změny v daném území (např. výstavba nové rychlostní silnice, která urychlí dopravu). Jedná se o předvídaní provozu, růstu ceny pozemků v závislosti na zdokonalení dopravní sítě v určitém území či vliv nově vybudované dálnice na lokalizaci velkých firem (Nguyen-Luong, 2015).

Výše jmenované modely by měly nastínit oblasti, kde se lze s geografickými informačními systémy pro dopravu setkat, a zdůraznit jejich význam a velký potenciál k využití v různých oblastech, které souvisejí s dopravou. Geografické informační systémy se samozřejmě objevují i v tématech městské hromadné dopravy samotné. Při analýzách se v těchto tématech využívají tyto systémy poměrně často a své uplatnění zde najdou i některé z již zmíněných modelů.

Typické téma, které se řeší v oblasti městské hromadné dopravy v kombinaci s geografickými informačními systémy, je dostupnost jednotlivých zastávek městské hromadné dopravy v prostoru. Může jít také o dostupnost určitých zařízení prostřednictvím městské hromadné dopravy, ať už jde o dostupnost například zdravotnických nebo školských zařízení. Znázornit dostupnost lze mnoha způsoby za pomoci funkcí, které programy pro práci s geografickými informacemi nabízejí, například se může jednat o ArcGIS Network Analyst. V souvislosti s tématem zastávek mohou být tyto systémy použity i pro prostorovou vizualizaci obratu jednotlivých zastávek na určitém území.

Geografické informační systémy mohou sloužit i pro analýzy linek městské hromadné dopravy, kupříkladu se jedná o vizualizaci vytíženosti určitých úseků na jednotlivých linkách anebo v rámci celého systému městské hromadné dopravy. Tato vizualizace bude následně použita v praktické části této práce. Mohou se pomocí ní odhalit problémové lokality, kde dochází k velké koncentraci cestujících, a naopak i méně využívané části dopravního systému. Lze k tomu použít poměrně jednoduché funkce například v programech společnosti ESRI.

Poslední z vybraných oblastí, kde geografické informační systémy mohou být nápomocné, je výpočet zpoždění určitého vozu. Tato skutečnost se týká i městské hromadné dopravy, kdy se v reálném čase za pomoci technologie GPS měří zpoždění jednotlivých vozů v síti. Následně se toto zpoždění může zobrazovat i cestujícím, kteří na vůz čekají na zastávce anebo v mobilních aplikacích. Technologie měření zpoždění vozů v reálném čase se využívá v mnoha zemích včetně České republiky, již od roku 2008 ji využívá Praha (iDnes, 2008).

2. 5. Hypotézy výzkumu

Hypotézy byly v této práci položeny celkem tři. Komentář k jejich potvrzení či vyvrácení je součástí závěru této práce a jejich dokazování pak je k nalezení v rámci kapitoly 5.

- H1: Na základě článku od Olivkové (2007), která uvedla, že průměrná vzdálenost zastávek pozemní MHD v centrálních částech měst v České republice činí 300-400 m, bude předpokládáno, že ani České Budějovice nejsou výjimkou a průměrná vzdálenost zastávek v centrální části se bude držet v rozmezí těchto hodnot.
- H2: V Generelu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích z roku 2010 je uveden cíl oslovení prostřednictvím páteřních linek¹² co největšího podílu cestujících v rámci sítě městské hromadné dopravy. K naplnění tohoto cíle je důležité, aby tyto linky měly co nejpřehlednější trasu. Proto lze očekávat, že jejich deviatilita bude ve srovnání s průměrem všech ostatních linek a celé sítě nižší (Dopravní podnik města České Budějovice, 2010).
- H3: Při dojížděcí do zaměstnání se často uplatňuje spolupráce městské hromadné dopravy a veřejné hromadné dopravy, jak zmínil Tesla (2012) ve svém textu. Některé průzkumy na toto téma tvrdí, že více jak polovina dotazovaných využívá ke svým cestám za prací městskou hromadnou dopravu denně. Lze zmínit například Olivková (2010), která tento průzkum prováděla v Ostravě. Proto lze předpokládat, že nejvíce vytížené zastávky na příkladu zkoumaných linek budou ve všední dny lokalizované v blízkosti autobusového či vlakového nádraží v Českých Budějovicích a také například větších zaměstnavatelů.

¹² Páteřní linky tvoří oporu celého systému MHD a v Českých Budějovicích se jedná o linky 1, 2, 3, 5, 9 a 11.

3. Metodika a datová základna

Datová základna pro tuto práci se dá rozdělit do několika kategorií. První z pramenů, který je využit pro současnou organizaci městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích (kapitola 4), jsou výroční zprávy. Dopravní podniky každoročně vydávají tyto zprávy, kde jsou přehledně obsaženy základní informace o dané síti. V případě Dopravního podniku města České Budějovice, a.s. jde o provozní délku sítě, počet cestujících atd. Práce s tímto typem dat je součástí následující kapitoly. Dalším pramenem pro tuto kapitolu jsou přímo jízdní řády dopravního podniku, na základě kterých je možné například vypočítat, kolik vozů vyjíždí denně ze všech zastávek v síti, což poskytuje obraz o vytížených lokalitách ve městě. Kapitola 4 vychází zejména z analýzy dat výročních zpráv Dopravního podniku města České Budějovice. Byla zde sledována data o délkách sítě, počtu linek, množství přepravených cestujících, počtu zastávek a ujetých kilometrech v letech 2002-2019. Data byla nejprve přepsána do přehledné tabulky, ze které následně mohly vzniknout grafické výstupy. Tabulky jsou vloženy v příloze. Také kapitola 4 vychází z počtu vyjíždějících vozů v pracovní den. Tato data k 31. 12. 2020 byla ručně vypočítána z jízdních řádů, které má Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. k dispozici na svých internetových stránkách.

Druhou kategorií je datová základna, která byla poskytnuta přímo Dopravním podnikem města České Budějovice, a.s., a jedná se o pohyby cestujících na jednotlivých úsecích. Tato skutečnost je modelová, vychází pouze z jednoho vozu za celý jeden den jeho provozu. Jedná se o vůz, který obsluhuje celkem tři linky¹³, pomocí kterých dochází ke spojení Náměstí Přemysla Otakara II. s klíčovými lokalitami v centru města. Dopravní podnik tato data získává pomocí zařízení APC (Automatic Passenger Counter), jež je umístěno ve voze. Toto zařízení s vysokou přesností (kterou si Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. dle slov pana inženýra Radka Filipa, manažera útvaru dopravy, několikrát ověřoval) zaznamenává počet nastupujících a vystupujících na jednotlivých zastávkách v průběhu jízdy a následně tato data lze exportovat do tabulky ve formátu .csv. Tento soubor následně obsahuje počet nastupujících a vystupujících na konkrétní zastávce (v tabulce jsou vedeny pod kódem, nikoliv pod názvem) a také je zde počet cestujících, kteří přijeli ve voze do zastávky, kteří z ní naopak odjeli a přesný čas otevření či zavření dveří.

¹³ Jedná se o linky 21, 22 a 23.

Tabulka se musela nejprve upravit a zkontrolovat, zda počty osob ve voze souhlasí s nastupujícími a vystupujícími. V případě, že nikoliv, je nutné počet lidí ve voze vypočítat ručně. Po kontrole a úpravách bylo nezbytné připravit tabulku tak, aby u každé zastávky byla suma všech nastupujících, vystupujících a její celkový obrat¹⁴ (tabulka součástí přílohy této práce) za jednotlivé linky i za všechny, které danou zastávkou projíždějí. Také bylo nutné spočítat, kolik cestujících se nacházelo ve voze na jednotlivých úsecích jízdy. Po těchto úpravách následovalo umístění do programu ArcGIS Pro, tedy funkcí „Join and relates“ byla tato tabulka přiřazena k již připraveným zastávkám a úsekům.

Poslední datovou základnou, která je pro analytickou část použita, jsou vlastní výpočty. Vycházejí z vlastních měření v programu ArcGIS Pro a také Mapy.cz, které taktéž umožňují měřit vzdálenost. Měření délky linek bylo provedeno nejprve v programu ArcGIS Pro z předem vytvořených linií, avšak následně bylo zjištěno, že se výsledky liší od skutečnosti. Při součtu všech linek provozní délka sítě významně nekorespondovala s hodnotou uváděnou Dopravním podnikem města České Budějovice, a.s. ve výročních zprávách. Proto se měření provedlo podruhé, tentokrát na portálu Mapy.cz se záměrem ověřit, k jakému zkreslení od skutečnosti dochází v případě použití jejich nástroje pro měření trasy. Odchylka na portálu Mapy.cz byla nižší než v prvním případě, a proto se použily naměřené hodnoty o jednotlivých linkách z tohoto zdroje. Stále se ale provozní délka celé sítě městské hromadné dopravy lišila od hodnot uváděných Dopravním podnikem, a proto byl rozdíl těchto hodnot poměrově odečten od každé linky podle toho, kolik procent tato linka zabírá v rámci dopravního systému městské hromadné dopravy. Měřena pomocí tohoto nástroje byla i vzdušná vzdálenost konečných zastávek.

Dále bylo pro ověření platnosti jedné z hypotéz potřeba vymezit tzv. centrální část města, o které ve své publikaci hovořila Olivková (2007), ovšem neuvedla zde metodiku, jak ji vymezit. V odborné literatuře o Českých Budějovicích lze nalézt pokusy o vymezení jednotlivých částí měst. Jednou z nich je i publikace Kubeš a kol. (2009), kde je definováno centrum města na základě historických souvislostí. Toto vymezení bylo tedy použito i pro definici centrální části města, a tím ověření platnosti dané hypotézy. Centrum města dle Kubeš a kol. (2009) spolu se zastávkami městské hromadné dopravy v této oblasti lze vidět v mapě na následující straně.

¹⁴ Obrat zastávky je suma počtu nastupujících a vystupujících osob.

Mapa 1: Definování centrální části města Českých Budějovic

VYMEZENÍ CENTRA MĚSTA DLE KUBEŠ A KOL. (2009)



- řešené území
- zastávky MHD

0 0,5 1 km

Kristýna Sauerová
22. 3. 2021, České Budějovice
S-JTSK, zdroje dat: Kubeš a kol. (2009)

4. Současná organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích

Současná podoba organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích je výsledkem více jak 110letého úsilí Dopravního podniku města České Budějovice, a.s. o zajištění dopravy pro obyvatele města. Ta v průběhu tohoto období prošla vývojem až do dnešní podoby.

V současné době je městská hromadná doprava zajišťována autobusy, trolejbusy a nově mimo jiné i lodní dopravou, která však není provozována Dopravním podnikem, avšak platí zde jejich časové předplatní jízdenky. Převážně autobusové linky jsou vedeny i do přilehlých suburbií, které se nachází v blízkosti Českých Budějovic. Těmi jsou Borek, Boršov nad Vltavou, Dobrá Voda u Českých Budějovic, Hlincová Hora, Homole, Hrdějovice, Litvínovice, Planá, Roudné, Rudolfovo, Srubec, Staré Hodějovice, Včelná, Vidov a Vráto. Jejich polohu lze vidět na mapě 2 a 3. Linky jsou do těchto lokalit zřizovány pro zajištění denní dojížděky do krajského města za prací či vzděláním a jejich jízdní řád je často přizpůsoben potřebám obcí. Na obsluhu jich a města České Budějovice se podílí ve špičce maximálně 105 vozů, ať už autobusových či trolejbusových. O víkendu či ve svátek pak počet vypravených vozů dosahuje hodnoty 35 (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020a).

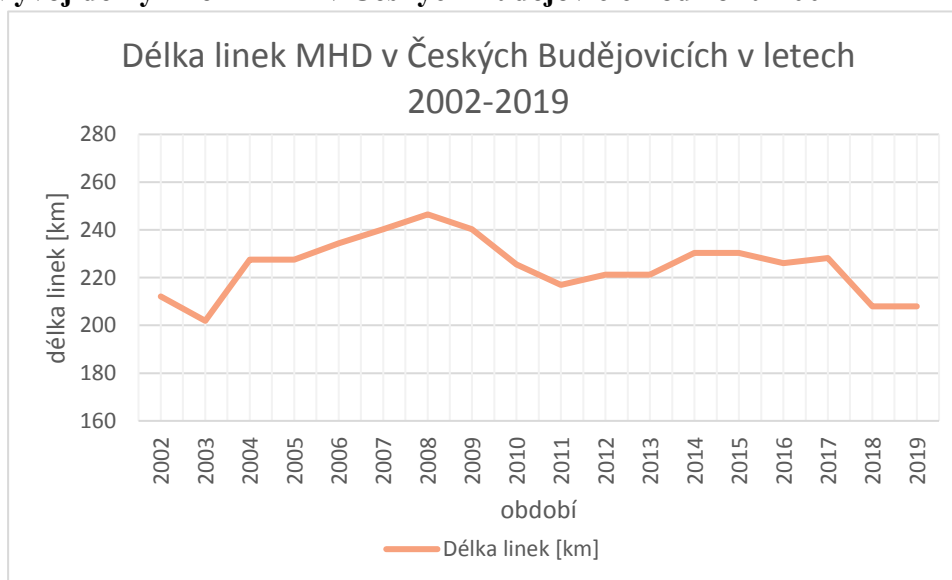
Dopravní podnik města České Budějovice, a.s., tak jako ostatní dopravní podniky v České republice, postupně modernizuje svůj vozový park a přizpůsobuje se trendům v oblasti městské hromadné dopravy. K tomu se váže například využívání ekologičtějších dopravních prostředků. Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. disponuje 11 elektrobusey, které fungují na 3 nově vzniklých linkách vedoucích z Náměstí Přemysla Otakara II¹⁵. Využívány jsou také moderní technologie na zastávkách, a to konkrétně digitální panely, které na základě dat z GPS zařízení umístěného ve voze zobrazují časy příjezdu. Dále se v Českých Budějovicích využívají křižovatky upřednostňující vozidla městské hromadné dopravy a také jsou zde pro tato vozidla vybudovány speciální oddělené pruhy. Nyní se chystá další novinka, a sice platba jízdenek kartou přímo ve vozidle městské hromadné dopravy. Možnost platby kartou je již součástí některých automatů na prodej jízdenek na zastávkách, ale platba přímo ve voze je pro České Budějovice novinkou, ačkoliv tento způsob je již používán v některých městech v České republice – například v Praze, Plzni či Brně (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020a).

¹⁵ Linky jsou v provozu od roku 2018.

Městská hromadná doprava v Českých Budějovicích byla v roce 2019 zajišťována celkem 24 linkami, z čehož bylo 16 autobusových a 8 trolejbusových, jak lze vidět na mapě 2, která je umístěna na následující straně. Počet linek se od výchozího roku 2002, jenž lze zpětně dohledat ve výročních zprávách Dopravního podniku města České Budějovice, zvýšil o 6. Obecně lze říct, že počet linek se v tomto dopravním systému pohybuje mezi čísly 18 až 24. Meziročně se tyto hodnoty mění pouze nepatrně. Výjimku tvoří pouze rok 2010, ve kterém došlo k redukci o 3 linky (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b).

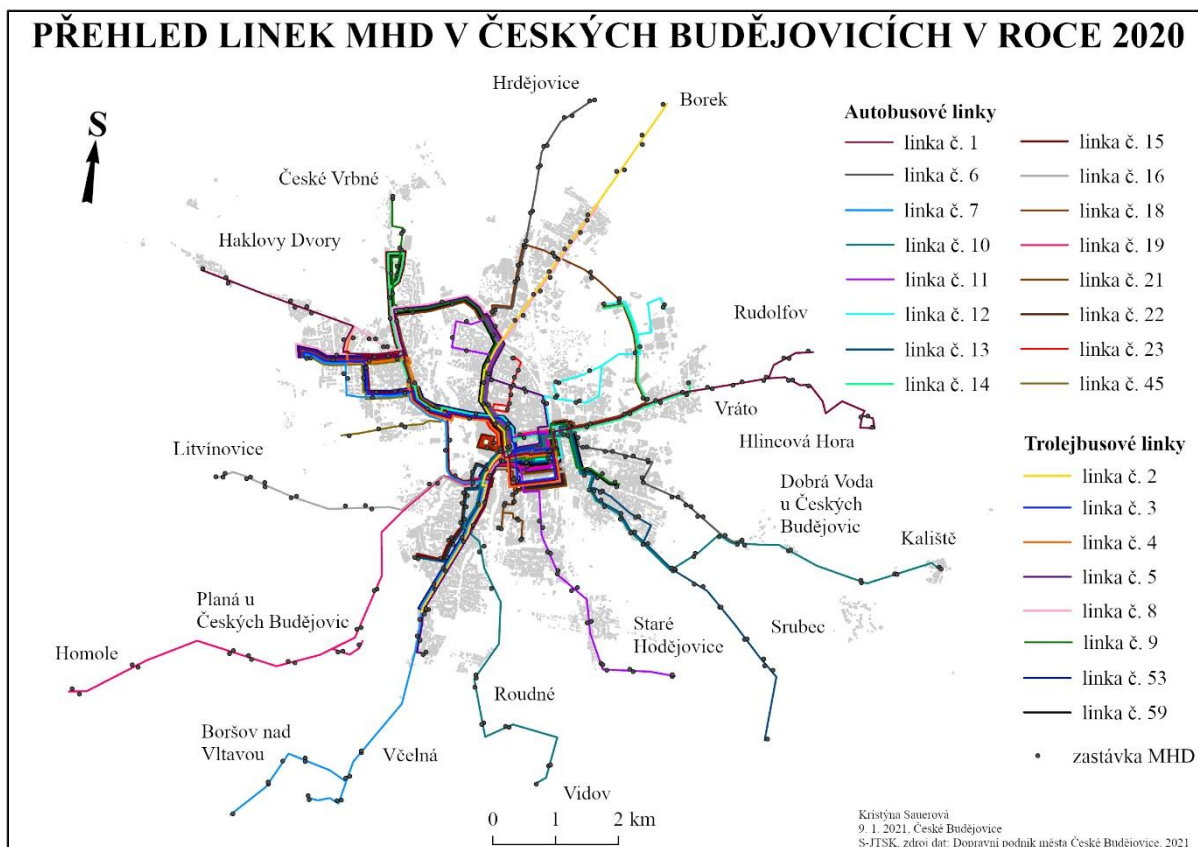
V současné době dosahuje suma délek všech linek v tomto systému 208 km. Jedná se o vůbec nejnižší číslo od roku 2002, a to i v porovnání s již výše zmíněným rokem 2010, ve kterém bylo v provozu o 5 linek méně, než tomu bylo v roce 2019. Pro znázornění trendu v délce linek městské hromadné dopravy byl vytvořen graf 1, ze kterého je patrný pokles od roku 2008 do roku 2011 a následně také v roce 2018. Tato skutečnost je dána reorganizací linek v síti městské hromadné dopravy, tedy v roce 2018 zrušením linky, která obsluhovala Hlubokou nad Vltavou. Naopak vznikly linky nové, které však nedosahují co do počtu kilometrů stejné délky jako ty zrušené. Na těchto linkách vozy ujely v roce 2019 více jak 5 800 000 km. V porovnání s rokem předcházejícím se jedná o nepatrný nárůst (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b).

Graf 1: Vývoj délky linek MHD v Českých Budějovicích od roku 2002



Zdroj: Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b; vlastní zpracování

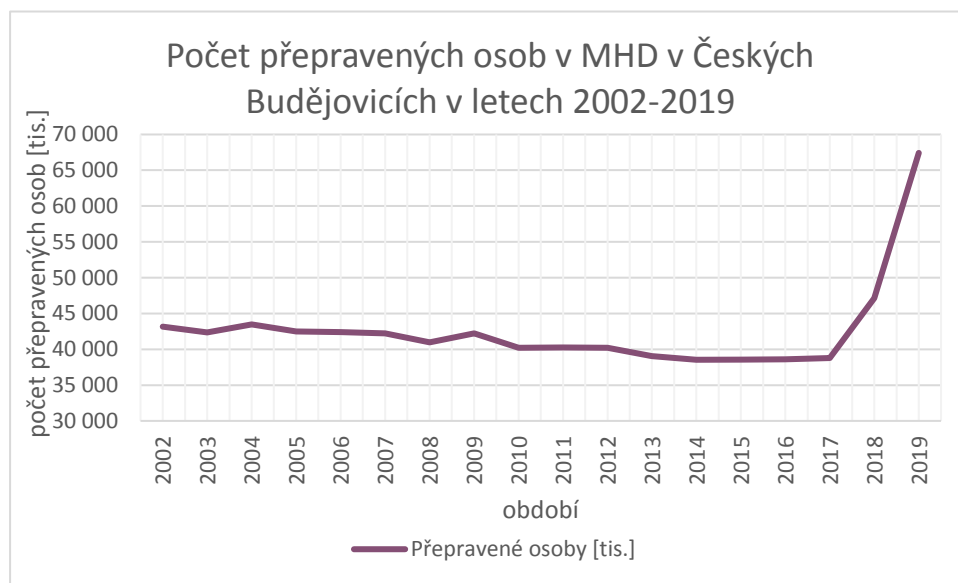
Mapa 2: Linky městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích k 31. 12. 2020



Co se týče počtu zastávek, je důležité zmínit, že většina z nich je zdvojená, tedy vyskytují se v obou směrech jízdy. Některé ze zastávek jsou dokonce i ve větším počtu – jedná se například o zastávku U Koníčka, která se nachází na 3 různých místech, a také o zastávku Nádraží. Tyto zastávky jsou velmi frekventované kvůli své poloze v centru města s vysokou poptávkou po využívání městské hromadné dopravy a obsluhují také více linek, a proto jich bylo zřízeno i v rámci jednoho směru více. Tento fakt tedy zvedá celkový počet zastávek v síti. Celkově lze uvést o vývoji počtu zastávek to, že až na výjimky se jejich počet rok od roku zvyšuje. Nejmenší hodnota nastala v roce 2002, kdy bylo celkem v provozu 362 zastávek v rámci sítě. Svého maxima dosáhl tento počet v roce 2017 – konkrétně se jednalo o 414 zastávek. V roce následujícím se kvůli změnám tras některých linek snížil počet zastávek, a sice o 24 na celkově 390, což je největší pokles. V roce 2019 pak v síti přibily nově 4 zastávky. Celkově byla síť tvořena 394 zastávkami, což je tedy o 32 zastávek více než ve výchozím roce 2002 (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b).

Městská hromadná doprava v Českých Budějovicích v roce 2019 přepravila celkem 67 426 000 cestujících (Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b). Jak lze vidět z vytvořeného grafu 2, jedná se o významný nárůst. Tato vysoká hodnota může být způsobena novými cenami v jízdném, kdy osoby nad 65 let mají zvýhodněnou časovou předplatní jízdenku ročně za 10 Kč. Tím si zakládají tyto předplatní i lidé, kteří v Českých Budějovicích jedou městskou hromadnou dopravou pouze sezónně, například v rámci dovolené, avšak do statistiky jsou počítáni tak, že jezdí během celého roku jako průměrný vlastník této časově předplatné jízdenky. Pokud se nebere v úvahu extrémní hodnota roku 2019 a částečně i roku 2018, ve kterém tyto předplatní jízdenky vyšly v platnost, lze počet cestujících považovat za poměrně vyrovnaný s mírnou klesající tendencí. Soudě dle počtu linek, délky linek a počtu zastávek, které se významně neliší od roku 2017, lze předpokládat, že počet cestujících i v roce 2019 dosahoval zhruba podobné hodnoty a vykazoval podobný trend jako v předcházejících letech.

Graf 2: Vývoj počtu přepravených cestujících v MHD v Českých Budějovicích v období 2002-2019

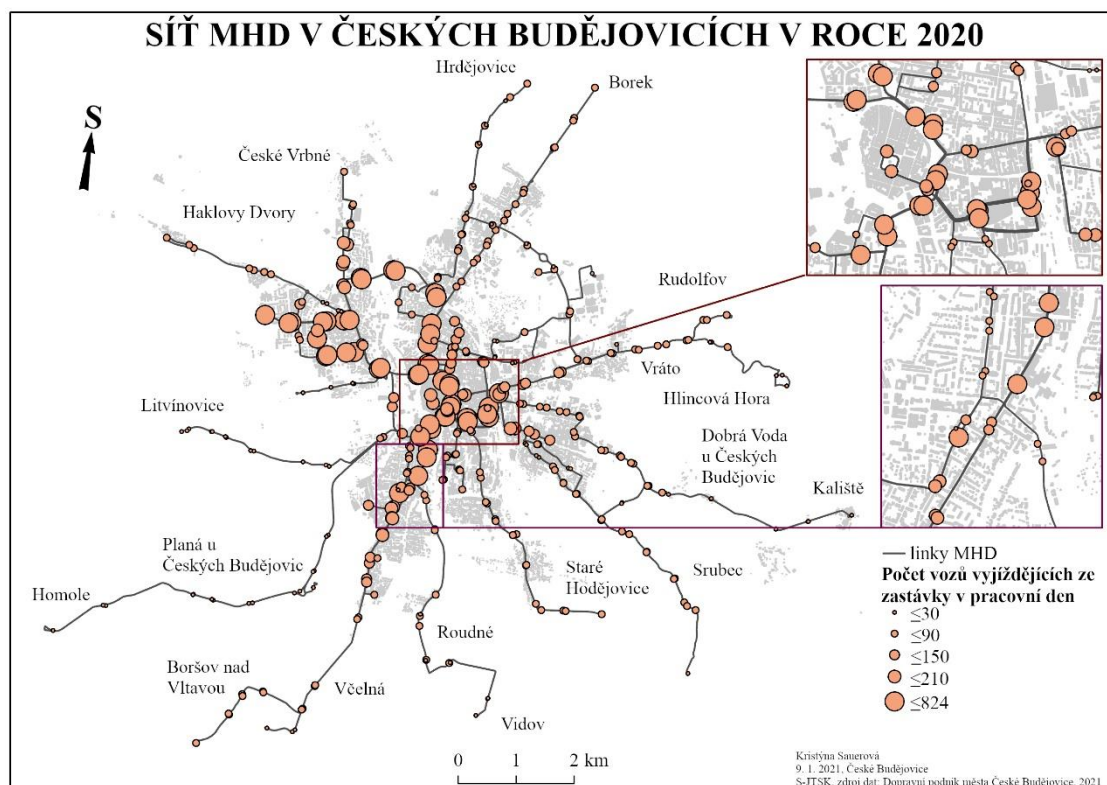


Zdroj: Dopravní podnik města České Budějovice, 2020b; vlastní zpracování

Se změnou počtu cestujících souvisí také změna přepravního výkonu, který operuje i s ujetou vzdáleností. Nejnižší byl tento ukazatel v roce 2015 a jeho hodnota činila konkrétně 217 485 mil. osobokilometrů za rok. Naopak nejvyšší hodnota byla v roce 2019 (394 847 mil. osobokilometrů), významně ovlivněna tedy již výše zmíněným enormním počtem přepravených cestujících. Pokud se ale neberou v úvahu tyto extrémní hodnoty z let 2018 a 2019, tak nejvyšší přepravní výkon měla městská hromadná doprava v Českých Budějovicích v roce 2004 (259 844 mil. osobokilometrů).

Mapa 3 ukazuje, kolik vozů městské hromadné dopravy vyjíždí z určité zastávky denně v běžný pracovní den. Na první pohled lze vidět, že největších hodnot dosahují samozřejmě zastávky umístěné v centru města. Naopak směrem od centra se logicky počet vyjíždějících vozů postupně snižuje. Počet těchto vozů však záleží i na počtu obyvatel žijících v dané lokalitě a také na službách, které jsou zde vyhledávány. Lze si všimnout tedy toho, že větší hodnoty dosahují také zastávky na českobudějovických sídlištích¹⁶. Největšího počtu, konkrétně 824 vyjíždějících vozů městské hromadné dopravy za jeden pracovní den, dosahuje zastávka U Koníčka směrem na Nádraží. Následuje zastávka Poliklinika Sever směrem na Senovážné náměstí – Pošta, ze které denně vyjede 679 vozů městské hromadné dopravy. Kromě této lokality v centru kolem autobusového a vlakového nádraží lze identifikovat dále velký počet vyjíždějících vozů například ze zastávky Máj – Antonína Barcala (331 vozů) nebo Strakonická – obchodní zóna (327 vozů). Dalším z těchto míst s větším množstvím vyjíždějících vozů denně je Poliklinika Jih s 290 vozy. Naopak na druhém konci tohoto pomyslného žebříčku lze nalézt některá suburbia, jako je Hlincová Hora, Planá, Včelná či Homole s méně jak 30 vyjíždějícími vozy denně. Také jsou zde některé méně využívané zastávky přímo ve městě České Budějovice (např. Slévárenská, Na Sádkách či Větrná).

Mapa 3: Síť městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích a vytíženost zastávek v pracovní den k 31. 12. 2020



¹⁶ Zvýšený počet vyjíždějících vozů lze vidět severozápadně od centra na sídlištích Máj, Šumava a částečně i Vltava.

5. Prostorová analýza městské hromadné dopravy

5. 1. Charakteristiky sítě městské hromadné dopravy

České Budějovice se celkově řadí na 7. místo mezi krajskými městy, co se počtu obyvatel týče. Z hlediska délky sítě městské hromadné dopravy ale v tomto žebříčku obsazují až 12. místo. Se svými 208 km délky dopravní sítě městské hromadné dopravy dosahuje menší hodnoty pouze krajské město Jihlava (158 km) (Sdružení dopravních podniků ČR, 2019). Nelze říct, že by se u krajských měst délka dopravní sítě zmenšovala se snižující se populační velikostí. Tato skutečnost platí pouze u prvních 5 největších z nich, kde se skutečně délka jejich sítě městské hromadné dopravy zmenšuje či zůstává na stejné hodnotě, poté již tyto hodnoty nevykazují přímou úměru.

Tab. 1: délky sítě MHD a počet obyvatel v krajských městech České republiky

krajské město	délka sítě MHD [km] k 31. 12. 2019	počet obyvatel k 1. 1. 2020
Praha	2512	1 324 277
Brno	1069	381 346
Ostrava	1069	287 968
Plzeň	593	174 842
Liberec-Jablonec ¹⁷	444	150 575
Olomouc	331	100 663
České Budějovice	208	94 463
Hradec Králové	338	92 939
Zlín-Otrokovice ¹⁷	288	92 814
Ústí nad Labem	424	92 716
Pardubice	596	91 727
Jihlava	158	51 216
Karlovy Vary	424	48 479

Zdroj: Sdružení dopravních podniků ČR, 2019; Wikipedia, 2021; vlastní zpracování

Jednotlivé délky linek městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích se pohybují v rozmezí od 2,69 km (linka č. 23) do 15,84 km (linka č. 10). Nejdelsí linka, tedy linka č. 10, obsluhuje dvě přilehlá suburbia (Kaliště a Vidov) přes centrální část města. Druhou nejdelsí linkou je linka č. 1, jejíž trasa vede od Haklových Dvorů na Rudolfov (potažmo Hlincovou Horu). Třetí nejdelsí linkou je pak linka č. 13, která ve všední den spojuje Srubec s Papírenskou ulicí. Celkově lze o délce linek uvést, že větších délek dosahují linky, jež zasahují do suburbií v blízkosti Českých Budějovic, naopak menší délky mají ty z linek, které ve své trase obsluhují pouze území obce tohoto krajského města.

¹⁷ Dvě obce sdílejí jednu společnou síť MHD. Počet obyvatel počítán jako suma počtu obyvatel těchto dvou obcí.

Průměrná délka linky, která ve své trase obsluhuje alespoň jedno z českobudějovických suburbií¹⁸, činí 11,21 km. Naopak u linek, na jejichž trase se nachází pouze území obce České Budějovice, tato hodnota průměrné délky dosahuje pouze 6,85 km. Délky linek se také samozřejmě liší v závislosti na tom, pomocí jakého dopravního prostředku jsou zajišťovány, pouze však nepatrně. Průměrná délka trolejbusových linek¹⁹ činí 8,04 km a nepatrně většího průměru dosahují linky autobusové (8,98 km). Ačkoliv by se mohlo zdát, že bude rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami vyšší, jelikož ty trolejbusové z většiny obsluhují pouze samotné město České Budějovice, tomu tak úplně není. V důsledku zrušení linky, která spojovala České Budějovice s Hlubokou nad Vltavou, a vzniku linek nových na Náměstí Přemysla Otakara II. došlo k poklesu průměrné délky autobusových linek.

Tab. 2: Délka linek městské hromadné dopravy k 1. 1. 2020

číslo linky	délka linky [km]
1	14,75
2	9,58
3	5,74
4	5,36
5	10,43
6	12,57
7	12,62
8	6,83
9	9,75
10	15,84
11	8,80
12	6,10
13	11,27
14	8,80
15	6,26
16	7,30
18	11,01
19	10,58
21	4,02
22	5,28
23	2,69
45	5,79
53	8,55
59	8,11
celková délka	208,00
průměrná délka	8,67

Vlastní měření z portálu Mapy.cz, 2021 a zpracování

¹⁸ Jedná se o linky 1, 2, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16 a 19.

¹⁹ Trolejbusových linek je k 31. 12. 2020 v Českých Budějovicích celkem osm. Šest z nich je denních (linka 2, 3, 4, 5, 8, 9), dvě jsou noční (linka 53 a 59).

Další ze zkoumaných charakteristik je průměrná přepravní vzdálenost na jednotlivých linkách v síti. Olivková (2007) ve svém textu uvedla, že průměrná vzdálenost zastávek v centrálních částech měst činí 300-400 m a na okrajích je pak tato hodnota vyšší, tedy v rozmezí 400-1000 m. Z provedených výpočtů je ale patrné, že České Budějovice se tomuto poměrně vymykají. Ve zvolené centrální části dle vymezení Kubeš a kol. (2009) je průměrná vzdálenost zastávek 490 m a ve vnější části dokonce nižší, jak lze vidět z tabulky 4. Samozřejmě tyto hodnoty závisí na vymezení centrální části a vnější části města, které v textu nebylo jednoznačně stanoveno. Průměrná vzdálenost zastávek v celé síti, tedy 519,62 m, dokazuje, že z hlediska tohoto vymezení se vzdálenost zastávek v centrální části města na jednotlivých linkách významně neliší od průměru za celou síť.

Tab. 3: Průměrná vzdálenost zastávek ve vymezených částech města

	průměrná vzdálenost zastávek
centrální část	490,00
vnější část	480,00
celá síť MHD	519,62

Vlastní měření z portálu Mapy.cz, 2021 a zpracování

Vypočítaná průměrná přepravní vzdálenost mezi zastávkami na jednotlivých linkách v síti se pohybuje v rozmezí od 384 m, kterou mají zastávky na lince č. 23, do 756 m na lince č. 19. Hodnota celkem třinácti linek je pod průměrem, který činí tedy již zmíněných 519,62 m. Nejnižší průměrné přepravní vzdálenosti dosahují kromě linky č. 15²⁰ právě nově vzniklé linky č. 21, 22 a 23. Jejich trasa z většiny vede právě centrální částí města a zajišťují zde obslužnost. Jedná se o lokality Nemocnice České Budějovice či záchytného parkoviště Jírovцова. Také jsou pod průměrem některé páteřní linky, konkrétně tedy linka č. 1, 2, 5, 9 a 11, a ostatní linky č. 6, 8 a 14. Naopak v kategorii linek, které se umístily nad zjištěným průměrem, se nalézá jednak páteřní linka č. 3, ale také linky vedoucí přes výhradně průmyslové části Českých Budějovic (linka č. 12 a 18) a některé z linek spojující České Budějovice s jejich suburbii (linka č. 7, 10, 13, 16 či 19). Nad průměrnou hodnotou je i noční linka č. 59 a linka č. 45. Jednotlivé průměry přepravních vzdáleností jednotlivých linek pak lze vidět v tabulce 4 na následující straně.

²⁰ Linka č. 15 propojuje ve všední dny sídliště Vltava s Papírenskou ulicí přes Jihočeskou univerzitu či Polikliniku Jih.

Průměrná přepravní vzdálenost mezi zastávkami se také liší i v tom, jakým dopravním prostředkem jsou zajišťovány stejně tak, jako to platilo o délce linky. V případě autobusových linek tato hodnota dosahuje 525 m a u trolejbusových je pak nižší, tedy 508 m. Tato skutečnost je dána tím, že charakteristika operuje právě s délkou linek, která je u autobusových linek významněji větší, na rozdíl od počtu zastávek, jejichž rozdíl průměrů není tak velký²¹. Pokud je zkoumán rozdíl mezi páteřními a ostatními linkami městské hromadné dopravy v síti, tak průměrná přepravní vzdálenost mezi zastávkami na páteřních linkách je menší (494,8 m) než v případě ostatních linek (532,0 m). Opět to souvisí s menší délkou páteřních linek a také větší průměrnou hodnotou zastávek na jejich trasách.

Tab. 4: Průměrná přepravní vzdálenost mezi zastávkami na jednotlivých linkách MHD k 1. 1. 2020

číslo linky	délka linky [km]	počet zastávek	průměrná přepravní vzdálenost zastávek na lince [m]
1	14,75	30	508,65
2	9,58	22	456,23
3	5,74	11	573,52
4	5,36	10	595,09
5	10,43	24	453,68
6	12,57	27	483,28
7	12,62	25	525,76
8	6,83	15	487,85
9	9,75	20	513,04
10	15,84	30	546,26
11	8,80	20	462,97
12	6,10	9	762,32
13	11,27	22	536,77
14	8,80	18	517,94
15	6,26	17	391,30
16	7,30	13	608,29
18	11,01	21	550,57
19	10,58	15	755,49
21	4,02	11	401,83
22	5,28	13	439,68
23	2,69	8	384,05
45	5,79	12	526,04
53	8,55	20	449,84
59	8,11	16	540,45
průměrná vzdálenost [m]			519,62

Vlastní měření z portálu Mapy.cz, 2021 a zpracování

²¹ Průměrný počet zastávek na autobusových linkách činí 18,2, kdežto u trolejbusových 17,3.

Deviatilita linek městské hromadné dopravy by se měla ideálně pohybovat dle Olivkové (2007) v hodnotách od 1,2 do 1,3. V případě městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích průměrná deviatilita linek dosahuje čísla 1,82, což je výrazně nad průměrem ideálního stavu dle Olivkové (2007). V rozmezí těchto hodnot jsou pouze 2 linky (linka č. 1 a linka č. 19). Nejmenší deviatilitu má linka č. 2, která je také jediná pod již zmiňovanou škálou ideálních hodnot, naopak 21 linek²² je nad průměrem těchto stanovených ideálních hodnot.

Páteřní linky dosahují výrazně nižší deviatility než ostatní linky v síti. V případě páteřních linek je jejich průměrná deviatilita rovna 1,54, zatímco u ostatních linek je tato hodnota 1,96. Zde lze vidět výraznou diferenciaci mezi takto kategorizovanými linkami. Tato skutečnost je dána tím, že v případě páteřních linek by měla být jejich trasa co nejpřehlednější, takže s menším rozdílem mezi počáteční a konečnou zastávkou vzdušnou čarou (Dopravní podnik města České Budějovice, 2010). Tyto páteřní linky tedy zajišťují rychlé spojení částí města mezi sebou, proto dosahují menšího rozdílu mezi vzdáleností počáteční a konečné zastávky vzdušnou čarou a její provozní délkou linky.

Tab. 5: Porovnání deviatility vybraných skupin linek

deviatilita páteřních linek	deviatilita ostatních linek	deviatilita celé sítě MHD
1,54	1,96	1,82

Vlastní měření z portálu Mapy.cz, 2021 a zpracování

Stejně je tomu tak z hlediska nízké deviatility i v případě rozdělení těchto linek na trolejbusové a autobusové. Trolejbusové dosahují menší hodnoty (1,55) právě díky tomu, že až na dva případy (linky č. 4 a 8) jsou tvořeny páteřními linkami. Naopak autobusové linky jsou na tom s deviatilitou podstatně hůře (1,95). Rozdíl v deviatilitách je také při rozdělení linek na ty, které obsluhují na své trase jedno či více suburbií, a na ty, jejichž trasa vede pouze na území Českých Budějovic. Linky spojující českobudějovická suburbia dosahují menší deviatility (1,55) než ostatní linky v síti (2,01). Je tomu tak nejspíše kvůli tomu, že jejich účel je co nejpřehledněji propojovat obce, které jsou vázané na České Budějovice, naopak ve druhé skupině jsou linky, které jsou určeny k co největšímu propojení vytížených lokalit ve městě, a tím zvedají celkový průměr této skupiny.

²² Nad průměrem ideálního stavu jsou jmenovitě následující linky: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 45, 53 a 59.

Zmiňovaná linka č. 2 má deviatilitu 1,07, tedy její trasa je téměř rovná a propojuje Borek s protilehlou částí Rožnova. Nad ideálním stavem, avšak stále pod průměrnou deviatilitou celé sítě, se nacházejí páteřní linky č. 3, 9, 11 a 59, dále některé linky obsluhující suburbia (linka č. 6, 7, 13, 14, 16) a zbytek tvoří linky, které obsluhují pouze území města (linka č. 8 a 15). Nad průměrem se pak nalézají celkem devět linek. Jde o dvě páteřní linky č. 5 a její noční alternativa 53 a nejnovější linky v síti (linka č. 21, 22 a 23), jejichž trasa prochází centrální částí města. Také jsou zde dvě linky, které obsluhují průmyslové části na severovýchodně města (linka č. 12 a 18), a linka č. 10, jejíž trasa spojuje dvě suburbia. Vůbec největší deviatilita pak náleží lince č. 45.

Tab. 6: Deviatilita linek městské hromadné dopravy k 1. 1. 2020

číslo linky	délka linky [km]	vzdušná vzdálenost konečných zastávek	deviatilita	poznámka ²³
1	14,75	11,34	1,30	ze zastávky Hlincová Hora
2	9,58	8,92	1,07	ze zastávky Borek, Točna
3	5,74	4,23	1,35	-
4	5,36	3,76	1,43	-
5	10,43	5,18	2,01	-
6	12,57	7,46	1,69	-
7	12,62	7,46	1,69	ze zastávky Boršov nad Vltavou, Na Březí
8	6,83	4,96	1,38	-
9	9,75	5,80	1,68	ze zastávky České Vrbné
10	15,84	7,30	2,17	-
11	8,80	6,42	1,37	ze zastávky Staré Hodějovice, Náves
12	6,10	3,00	2,03	ze zastávky Slévárenská
13	11,27	6,23	1,81	ze zastávky Srubec, Na Štětkách
14	8,80	4,92	1,79	ze zastávky Nové Vráto, U SCANIE
15	6,26	4,50	1,39	-
16	7,30	5,28	1,38	-
18	11,01	4,21	2,61	-
19	10,58	8,44	1,25	ze zastávky Nové Homole, Korosecký Dvůr
21	4,02	1,71	2,36	ze zastávky Havlíčkova Kolonie, Aspera
22	5,28	2,10	2,51	-
23	2,69	1,36	1,98	-
45	5,79	1,50	3,85	-
53	8,55	4,65	1,84	-
59	8,11	4,83	1,68	-
Průměrná deviatilita			1,82	-

Vlastní měření z portálu Mapy.cz, 2021 a zpracování

²³ U linek s více konečnými zastávkami v jednom směru jsou brány nejvzdálenější konečné zastávky vzdušnou čarou.

5. 2. Pohyb cestujících na obsluhovaných linkách vybraným vozem

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3, Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. poskytl pro tuto práci data z jednoho svého vozu za jeden den jízdy. Tím, že tento vůz obsluhuje 3 linky, je možné tedy pro ně provést ukázkovou vizualizaci dat. Tato vizualizace bude bezpochyby při kompletních datech za všechny vozy určité linky mnohem přesnější. I přestože jsou k dispozici data pouze z jednoho vozu, lze do jisté míry identifikovat vytížené zastávky na jednotlivých linkách a úseky mezi nimi. Pro účely této vizualizace byl vybrán běžný pracovní den, 3. 5. 2019.

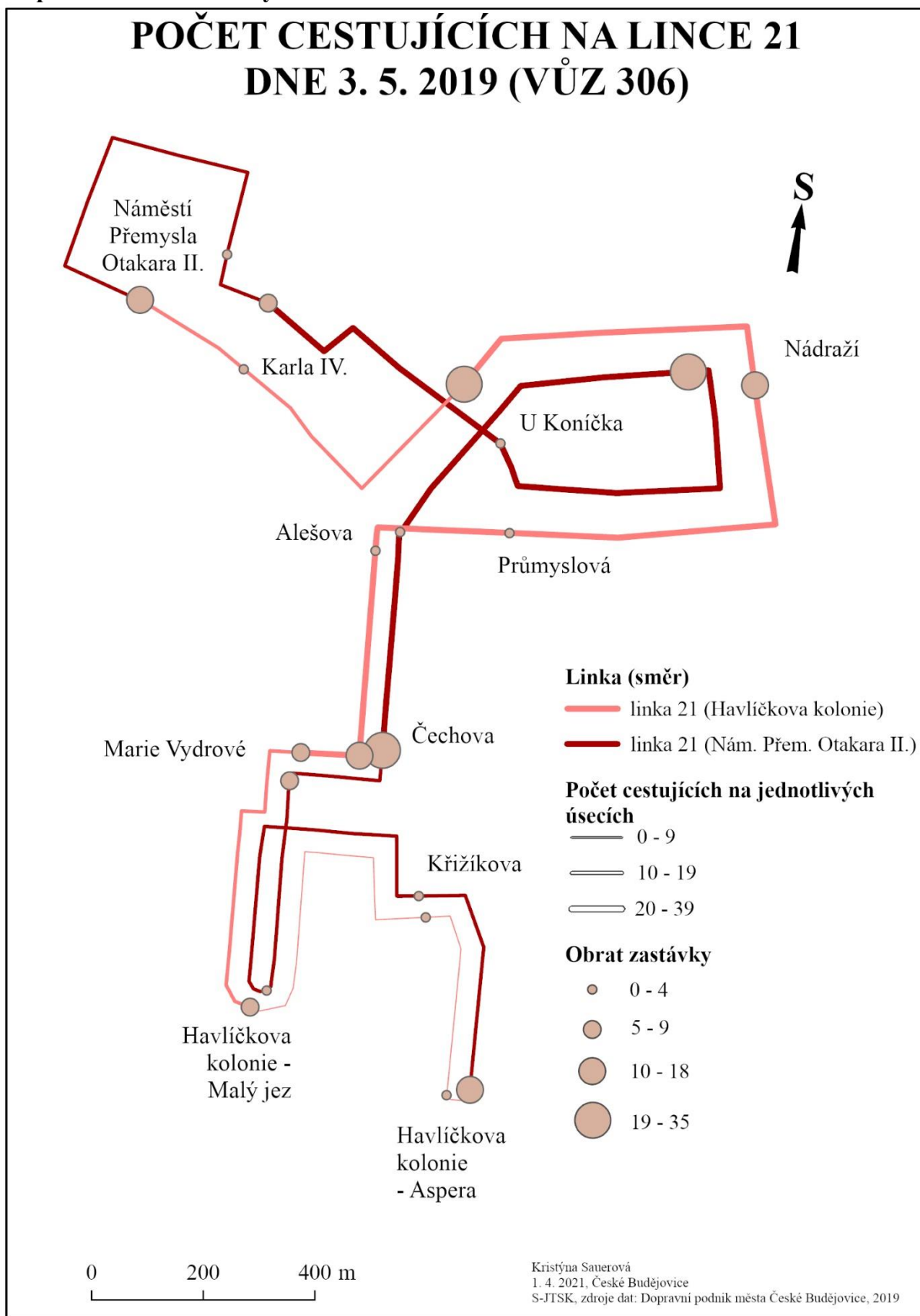
Trasa sledovaného vozu během dne je velmi rozmanitá. Dochází při ní k neustálému střídání linek, přičemž na konečné zastávce linky č. 23 se nachází záchytné parkoviště a také nabíjecí zařízení pro tyto elektrobusy. Z tohoto důvodu dochází k tomu, že vůz obslouží jednu z linek a následně se vrací linkou č. 23 zpět na zastávku Parkoviště Jírovцова. Vůz 306, ze kterého analyzovaná data pocházejí, začínal 3. 5. 2019 linkou č. 22 od Nemocnice v 5:31. Svůj vliv datové výstupy z vozu bude mít samozřejmě i to, kde zrovna se v daný čas vůz nachází. Pokud by například byla k dispozici data z dalšího vozu, který se v tento den na těchto linkách pohyboval, mohla by se na vizualizaci promítnout odlišná data, proto nelze výstupy z jednoho vozu brát úplně dogmaticky. Zároveň je třeba brát v úvahu fakt, že linka č. 23 je jedním vozem obsluhována častěji (tento den byla linka č. 21 v obou směrech obsluhována pětkrát, linka č. 22 šestkrát, avšak linka č. 23 jedenáctkrát), což vytváří prostor pro výraznější koncentraci cestujících na jejích úsecích.

Linka č. 21 zajišťuje obslužnost Náměstí Přemysla Otakara II., Nádraží a Havlíčkovy kolonie. Její délka dosahuje vůbec nejmenší hodnoty v síti, má podprůměrnou vzdálenost mezi zastávkami, ale dosahuje výrazně větší deviatility. Vůbec nejvyšší hodnoty v počtu přepravených cestujících nabýval vůz ve směru na Havlíčkova kolonie – Aspera v tento den mezi zastávkami U Koníčka až Marie Vydrové, kde se počet cestujících pohybuje v hodnotách od 22 do 31 cestujících. Ve směru na Náměstí Přemysla Otakara II. pak více cestujících ve voze bylo mezi zastávkami Čechova až Karla IV, kde počet cestujících na úseku Čechova – Alešova dosahoval až hodnoty 35. Nejvytíženějšími zastávkami, co se obratu počtu cestujících týče, byly v tento den zastávky U Koníčka (7) ve směru na Havlíčkovu kolonii a Nádraží (11) společně se zastávkou Čechova (19) ve směru na Náměstí Přemysla Otakara II.

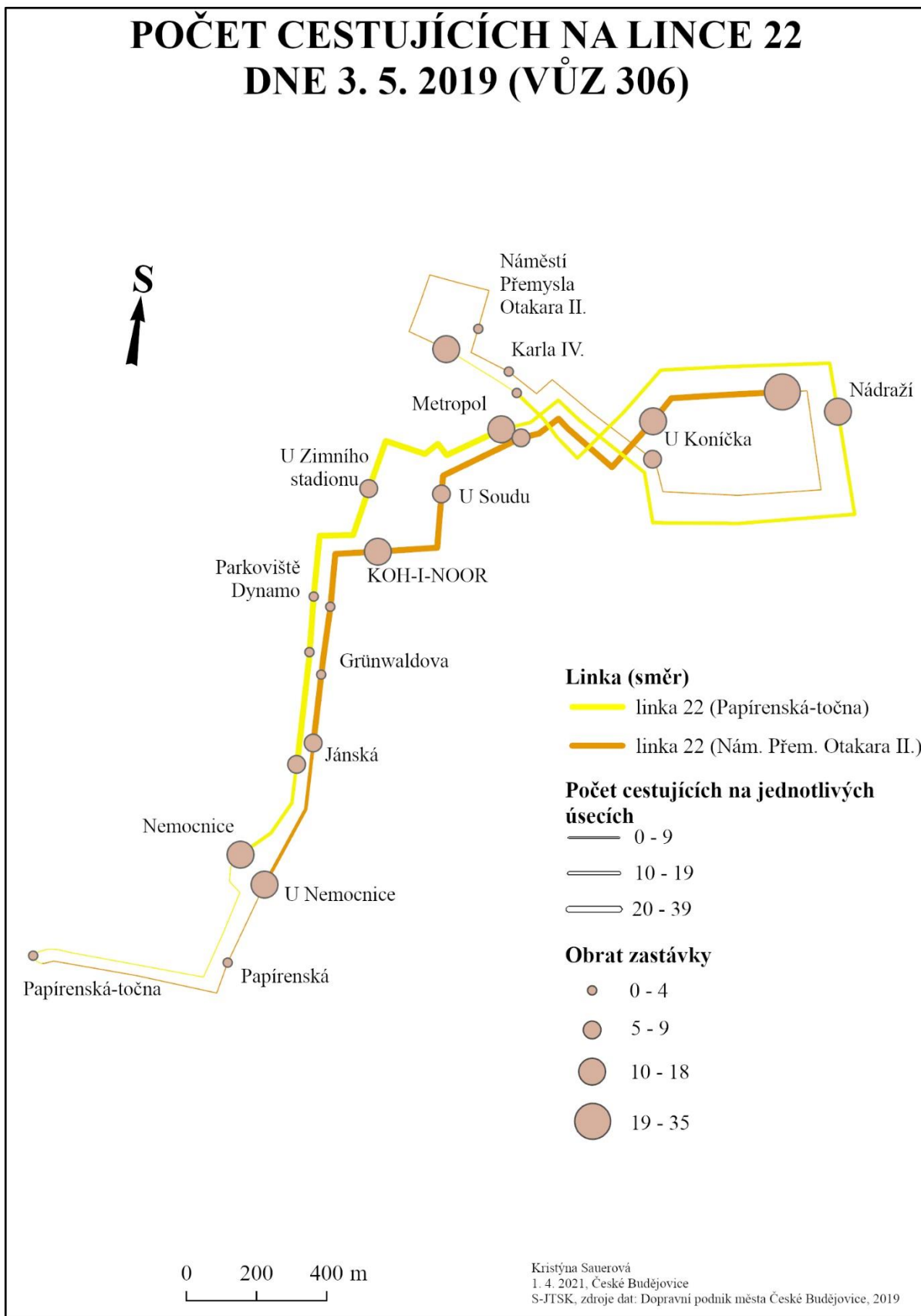
Linka č. 22, druhá ze zkoumaných linek, dosahuje délky 4,02 km, což je více než linka předchozí, ale v kontextu celé sítě se stále jedná o podprůměrnou hodnotu. Má taktéž i podprůměrnou vzdálenost mezi zastávkami, avšak již vyšší než linka č. 21. Stejná skutečnost platí i pro její deviatilitu. Linka je vedena z Náměstí Přemysla Otakara II. přes zastávky Nádraží a Nemocnice až na zastávku Papírenská-točna. Dá se tedy předpokládat, že bude využívána právě kvůli cestám z náměstí, potažmo z nádraží, právě do Nemocnice České Budějovice. Za tímto účelem ji zřizoval dopravní podnik. Tento proud se promítl i na vizualizaci modelového vozu 306, kde jde vidět zvýšený počet cestujících od zastávky U Koníčka až právě k Nemocnici v obou směrech. Nejvytíženějšími zastávkami jsou jednak obě zastávky umístěné u Nemocnice (zastávka Nemocnice dosahuje obratu 15 a zastávka U Nemocnice 12), ale také zastávka KOH-I-NOOR (10), Nádraží (ve směru na zastávku Papírenská-točna 17 a ve směru na Náměstí Přemysla Otakara II. 34) či U Koníčka v ulici Žižkova (13) a samotné Náměstí Přemysla Otakara II (14).

Poslední z linek, tedy linka s číslem 23, zajišťuje obslužnost budějovického náměstí se záchytným parkovištěm v Jírovcově ulici. Má vůbec nejmenší délku ze všech linek v síti (2,69 km), nadprůměrnou deviatilitu (1,98), ale zato podprůměrnou vzdálenost zastávek (384 m). Linka slouží k propojení záchytného parkoviště s centrem a jízda v ní je zdarma. Obsluhována je tedy dvakrát více než dvě předchozí analyzované linky. Během zkoumaného dne byl proud cestujících výrazně silnější než u ostatních linek. Na první pohled lze identifikovat největší množství cestujících zejména v úsecích Fráni Šrámka až Senovážné náměstí – Pošta v obou směrech. Ve směru na Náměstí Přemysla Otakara II. se počet cestujících na úsecích mezi těmito zastávkami pohybuje celkově mezi hodnotami 61-72 cestujících, v opačném směru na stejných úsecích činí toto rozmezí 49-53 cestujících. Obrat zastávek dosahuje v porovnání s ostatními linkami taktéž vyšší hodnoty, směrem na Parkoviště Jírovcova jsou nejvytíženějšími zastávky Náměstí Přemysla Otakara II. (40) a Senovážné náměstí – Pošta (29), ve směru opačném pak Fráni Šrámka (36). Na následujících stránkách jsou liniemi se stupňovanou tloušťkou vyjádřeny vizualizace k výše zmiňovaným linkám.

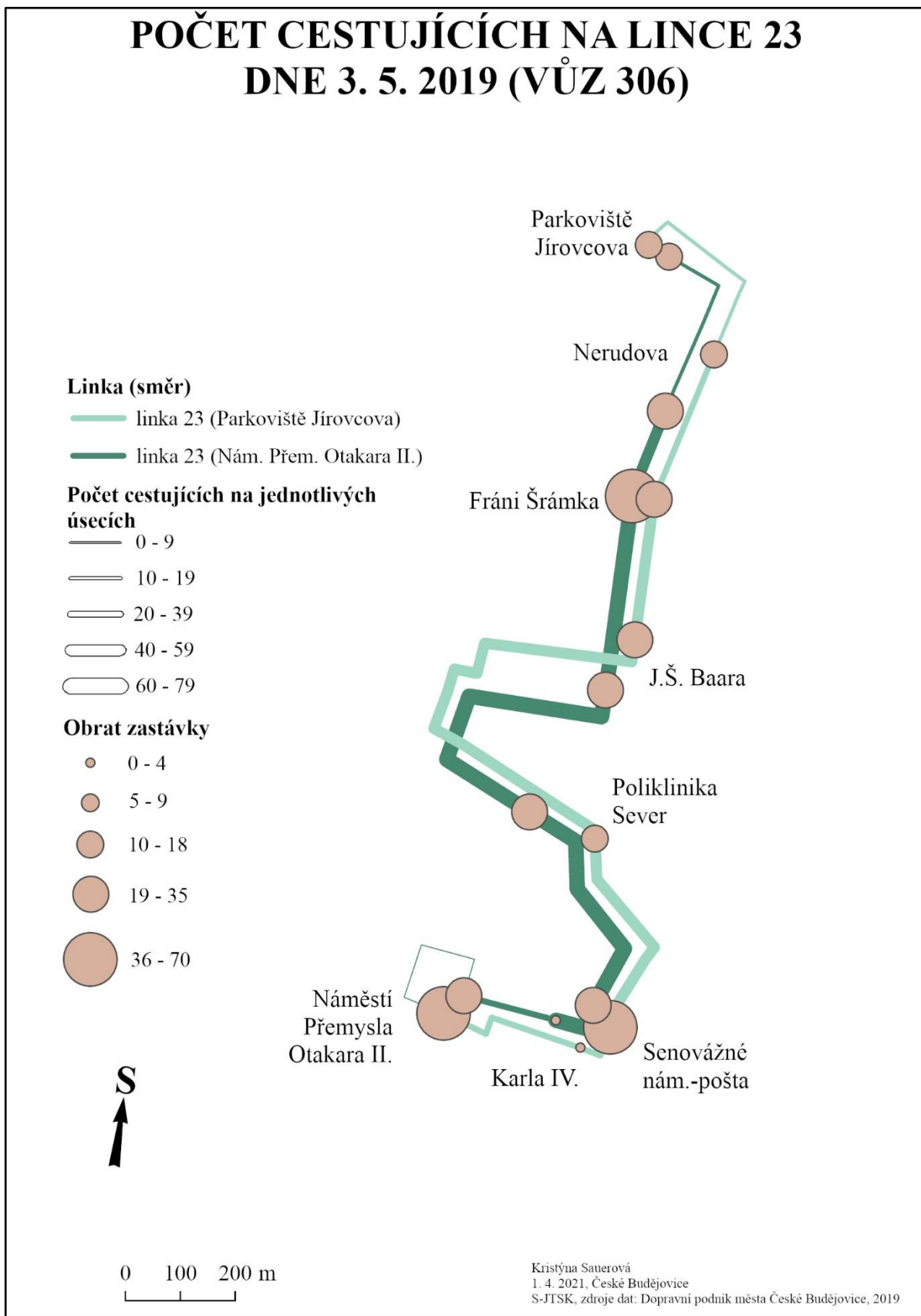
Mapa 4: Vizualizace linky č. 21 vozu 306



Mapa 5: Vizualizace linky č. 22 vozu 306



Mapa 6: Vizualizace linky č. 23 vozu 306



6. Syntéza výsledků

Sítě městské hromadné dopravy tak jako ostatní dopravní sítě prochází neustálým vývojem. Jak uvedl Hanson (2004), se vzrůstající specializací jednotlivých městských zón a zvyšujícím se počtem obyvatel měst či jejich zázemí, dochází k reorganizaci linek, vzniku nových zastávek či zkracování intervalů mezi jednotlivými spoji.

Výjimkou nejsou ani České Budějovice, kde se Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. snaží reagovat na měnící se poptávku po využívání městské hromadné dopravy. Je to jeden z hlavních cílů, který byl zmíněn v Generelu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích, a sice udržení si stávajících cestujících a oslovení těch, kteří městskou hromadnou dopravu ještě nevyužívají (Dopravní podnik města České Budějovice, 2010). V tomto důsledku dochází k neustále měnící se podobě této dopravní sítě.

V případě městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích postupně narůstá počet zastávek a linek v síti. Spolu s nimi je na první pohled patrný i nárůst cestujících. Se zvyšujícím se počtem cestujících vzrůstá také přepravní výkon městské hromadné dopravy. Ovšem je důležité dávat tento číselný údaj do souvislosti se změnami ve zvýhodněných předplatných jízdenkách pro osoby nad 65 let věku. Tato skutečnost dokazuje fakt, který byl zmíněn v teoretických východiskách práce – tedy jde o to, že jedním z úkolů městské hromadné dopravy je zajištění možnosti pro mobilitu některým znevýhodněným skupinám ve společnosti.

Lokality s větší poptávkou po cestování městskou hromadnou dopravou, kam v tomto důsledku Dopravní podnik města České Budějovice, a.s. vysílá větší množství vozů, jsou vidět z mapy s počtem vyjíždějících vozů ze zastávek v pracovní den. K největšímu počtu dochází zejména v centrální části města, která byla definována dle Kubeš a kol. (2009). Nelze však opomíjet ani zvýšené množství vyjíždějících vozů na českobudějovických sídlištích lokalizovaných severozápadně od centra města, zejména jde například o zastávky na sídlišti Máj, v okolí Jihočeské univerzity na sídlišti Šumava či částečně na sídlišti Vltava.

České Budějovice disponují 7. nejmenší sítí městské hromadné dopravy z krajských měst v České republice. Na počet obyvatel se jedná o 2. nejmenší hodnotu délky sítě hned po hlavním městě Praze. Celkem 208 km provozní délky sítě v Českých Budějovicích obsluhuje 24 linek. Tyto linky se vyznačují větší průměrnou vzdáleností mezi zastávkami, než uvedla Olivková (2007) jako průměrnou hodnotu v České republice. Větší přepravní vzdálenost mezi zastávkami se výrazně neliší ve zvolené centrální a vnější části města, ale liší se v porovnání autobusových linek s trolejbusovými. V důsledku toho, že autobusové linky převážně obsluhují přilehlá suburbia, dochází tím k nárůstu délky jejich trasy a také vzdálenosti mezi zastávkami. Hodnoty se také liší, když se porovnají páteřní linky s těmi ostatními, kdy páteřní linky dosahují menší vzdálenosti mezi svými zastávkami.

Dalším specifikem sítě je vyšší deviatilita, než je dle textu Olivkové (2007) vhodná. Důležité je však podotknout, že páteřní linky, které mají zajišťovat dle Generelu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích rychlé dopravní spojení, mají skutečně i nižší deviatilitu, než je tomu u ostatních linek v síti. Tento údaj se liší také v případě trolejbusových a autobusových linek, kdy ty trolejbusové mají deviatilitu nižší díky tomu, že jsou právě z velké části tvořeny linkami páteřními.

Nadprůměrné deviatility však dosahují linky, pro které byla vytvořena vizualizace v přechodí kapitole. Průměrná deviatilita těchto tří linek nabývá hodnoty 2,28, což je výrazně nad průměrem celé sítě. Vysoká hodnota deviatility nemusí nutně znamenat to, že linka bude méně využívaná. Je klíčové brát v úvahu, k jakému účelu byly tyto linky vytvořeny. Dle Dopravního podniku města České Budějovice, a.s. je využití těchto linek následující: *„Tyto nové linky nabídnou přímé a pohodlné spojení mezi důležitými částmi města, mimo jiné mezi nádražím a hlavním náměstím (...). Dále zlepši dostupnost zdravotnických zařízení (...) a zároveň bude posílena obslužnost Havlíčkovy kolonie a Jirovcovy ulice.“* (Dopravní podnik města České Budějovice, 2018). Primárním účelem je tedy zajistit obslužnost lokalit v centru města, tudíž se nejedná o linky, kde je důraz na rychlou a přehlednou trasu, jako je tomu u linek páteřních. Tudíž vyšší hodnota deviatility na těchto linkách nemusí hrát významnou roli.

Tyto linky jsou dále specifické podprůměrnou vzdáleností zastávek, a sice 408 m (průměr za celou síť dosahuje hodnoty 519 m). Tato skutečnost je dána právě jejich charakterem, tedy že slouží k zprostředkování dopravy primárně v centru města, a není jejich úlohou v síti dopravovat cestující na vzdálenosti delší. Tato vypočítaná hodnota je ale stále nad ideální vzdáleností, kterou uvedla Olivková (2007) jako typickou pro Českou republiku.

Vytvořená vizualizace pro jednotlivé linky pomocí nástrojů geografických informačních systémů je v této kapitole doplněna o celkovou podobu dat z jednoho vozu. Lze v této vizualizaci identifikovat lokality, kde se objevuje vyšší množství cestujících, a tím větší obrat zastávek. Obecně se nejvíce cestujících v tento den pohybovalo v lokalitách centrální části města, která byla vymezena dle Kubeš a kol. (2009) s přesahem do zastávky Nemocnice a U Nemocnice, které jsou v případě těchto linek již mimo vymezenou oblast.

Vůbec největší počet cestujících dosahují celkově úseky mezi zastávkami Náměstí Přemysla Otakara II. přes zastávku U Koníčka v Žižkově ulici a Nádraží až po zastávku U Koníčka v ulici Novohradská. Všechny úseky těchto zastávek jsou obsluhovány minimálně dvěma ze tří zkoumaných linek. Minimální počet cestujících byl zaznamenán na úseku zastávek Nádraží – U Koníčka, a sice 22. Naopak největšího množství cestujících dosahoval úsek U Koníčka – Nádraží, kde dvě linky, které tento úsek obsluhují, za jeden den dohromady převezly celkem 66 cestujících. Podobně vysoké hodnoty dosahují taktéž úseky, které obsluhuje samotná linka 23 od Senovážného náměstí až do zastávky Nerudova.

Co se obratu zastávek těchto linek týče, tak jak lze vidět v tabulce 7 na následující straně, k největšímu obratu dochází v čase od 10:01 do 14:30. Naopak nejmenšího relativního počtu dosahuje doba od 19:01 do 22:15. Obecně nejvytíženější časy jsou ty dopolední do 14:30, naopak po tomto čase obrat zastávek postupně klesá. Koresponduje to i s dopravní vytížeností ostatních měst v České republice, kdy se v zatížení měst projevuje ranní a odpolední špička²⁴. Stejně tomu tak je i v případě městské hromadné dopravy ve městě Havířově, jak uvádí Hlisnikovský (2018) ve své diplomové práci.

²⁴ Ranní špička trvá přibližně do sedmé hodiny ranní, odpolední špička pak začíná po dvanácté hodině a trvá přibližně do šestnácté hodiny.

Tab. 7: Obrat všech zastávek na linkách 21, 22 a 23 vozu 306 dne 3. 5. 2019 rozdělený podle časových intervalů

	absolutní počet	relativní počet [osob/min]
5:31-10:00	223	0,8
10:01-14:30	295	1,1
14:31-19:00	162	0,6
19:01-22:15	31	0,3

Zdroj: Dopravní podnik města České Budějovice, 2019; vlastní zpracování a výpočty

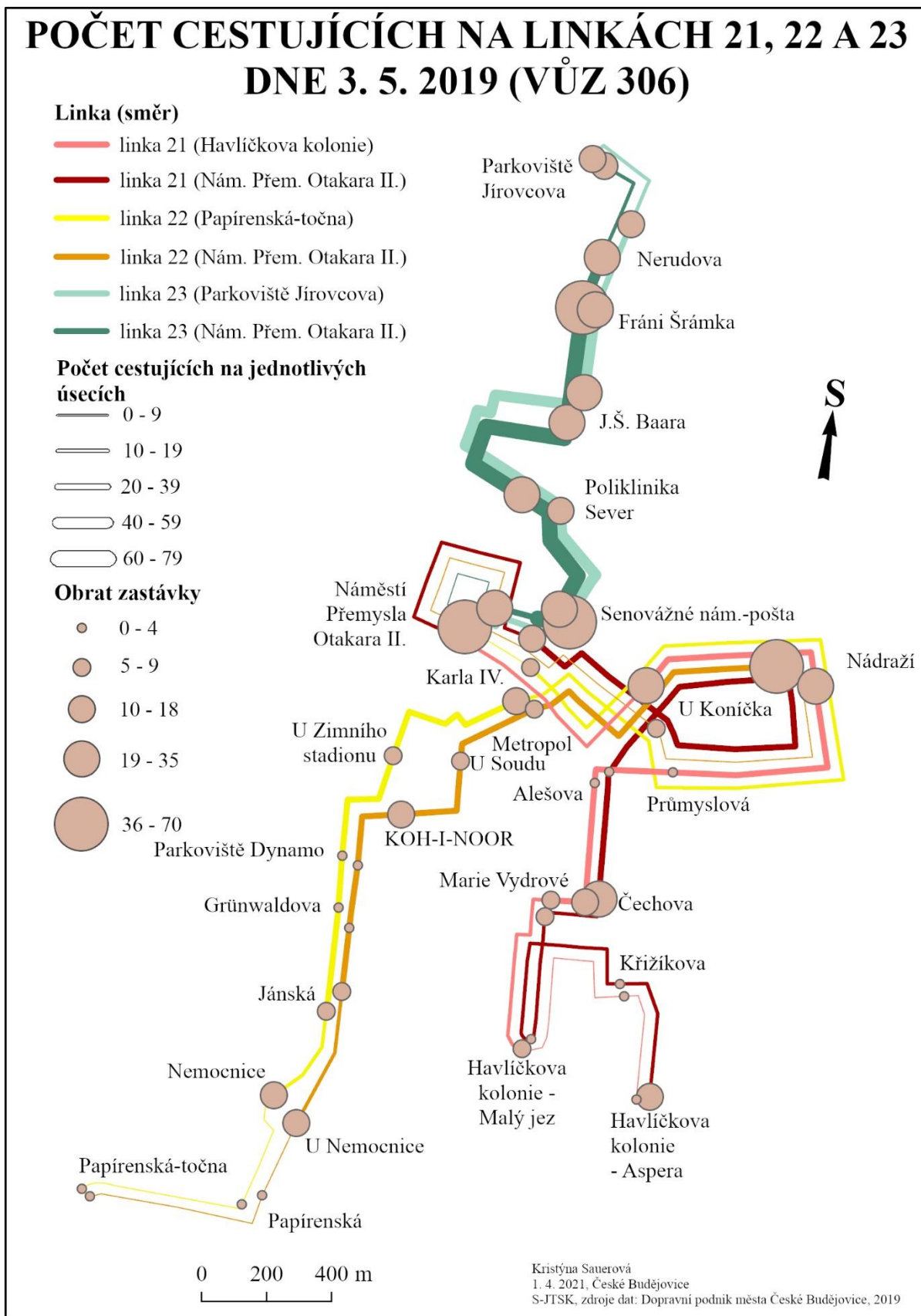
Jestliže se vybere 10 zastávek s největšími obraty v den provozu zkoumaného vozu a hodnoty se přepočítají stejně jako tabulka výše (relativně vyjádřené hodnoty počtem nastupujících osob za minutu), lze identifikovat časy, ve kterém tyto nejvytíženější zastávky dosahují maxima a naopak minima. Z tabulky je tedy patrné, že skutečně většina zastávek (až na jednu výjimku) dosahovala svého maxima (zeleně vyznačené hodnoty) právě během zmíněných dopravních špiček. Naopak minimum (oranžové hodnoty) se nalézá v časech večerních. Je důležité ale znovu podotknout fakt, že údaj by byl při znalosti kompletních dat za celou síť mnohem přesnější.

Tab. 8: Rozdělení 10 zastávek s největší hodnotou obratu do časových intervalů

název zastávky	směrem na zastávku	relativní obrat zastávek v časových intervalech [osob / min]			
		5:31-10:00	10:01 -14:30	14:31-19:00	19:01-22:15
Náměstí Přemysla Otakara II.	Karla IV.	0,052	0,111	0,070	0,015
Nádraží (ul. Žižkova tř.)	U Konička	0,067	0,052	0,081	0,005
Senovážné náměstí – Pošta	Karla IV.	0,033	0,078	0,026	0,005
Fráni Šrámka	J. Š. Baara	0,011	0,074	0,026	0,031
Nádraží (ul. Nádražní)	U Konička	0,041	0,059	0,030	0,000
U Konička (ul. Žižkova tř.)	Nádraží	0,048	0,037	0,041	0,000
Senovážné náměstí – Pošta	Poliklinika Sever	0,056	0,037	0,011	0,005
Poliklinika Sever	Senovážné náměstí – Pošta	0,052	0,041	0,015	0,000
Náměstí Přemysla Otakara II.	konečná zastávka	0,026	0,044	0,007	0,031
Nerudova	Nerudova	0,059	0,026	0,011	0,000

Zdroj: Dopravní podnik města České Budějovice, 2019; vlastní zpracování a výpočty

Mapa 7: Vizualizace linek 21, 22 a 23



7. Závěr

V úvodu této bakalářské práce, zabývající se prostorovou analýzou městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích, bylo představeno několik cílů, které by měla naplnit. Prvním z nich bylo přiblížení pojmu „městská hromadná doprava“ a představení jeho postavení v dopravním systému. Tento cíl naplnila kapitola 2 s názvem „Teoretická východiska“, která nejprve představila městskou hromadnou dopravu, základní koncepty, její význam v dopravním systému či například výhody a nevýhody jejího využívání a typická řešená témata. Dalším tématem byly základní charakteristiky, které byly na příkladu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích postupně řešeny v praktické části. Přiblíženy byly taktéž některé moderní trendy v městské hromadné dopravě, avšak těchto trendů je samozřejmě mnohem více, než mohlo být zmíněno. Důležité bylo také představit možnou vizualizaci dat pomocí geografických informačních systémů, a to jak v tématech dopravy obecně, tak i v oblasti analýzy městské hromadné dopravy.

Druhým z položených cílů bylo vystižení současné organizace městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích, k čemuž došlo v kapitole 4. Zde byly představeny prostorové základní informace o síti uváděné ve výročních zprávách a jízdních řádech Dopravního podniku města České Budějovice, a.s.

Poslední cíl pak navázal na dva cíle předchozí a pomocí charakteristik a znalostí z analýzy současné organizace se vytvořila analýza dopravní sítě městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. Vycházela z vlastních měření a dat poskytnutých Dopravním podnikem města České Budějovice, a.s. Pomocí této analýzy byla přiblížena podoba sítě městské hromadné dopravy s potenciálním prostorem pro možné doplnění jinými analýzami v budoucnu.

V práci byly položeny taktéž výzkumné hypotézy. Jejich znění je uvedeno v kapitole 2. 5. a dokazovány pak byly v analytické části této práce. První z těchto hypotéz, která předpokládala, že průměrná vzdálenost jednotlivých zastávek v síti se bude pohybovat v rozmezí, které Olivková (2007) pokládala za typické pro Českou republiku (300-400 m), se nepotvrdila. Vypočítaná průměrná vzdálenost zastávek je vyšší jednak v případě celé sítě, ale také i při rozčlenění města na centrální část a vnější část. To samé, tedy vyšší průměrné vzdálenosti zastávek, dosahovaly i páteční linky či linky, jejichž trasa prochází pouze centrální částí města. Celkově v rozmezí 300-400 m se nachází pouze zastávky na lince č. 3.

Druhá hypotéza vycházela z Generelu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. Podle tohoto dokumentu je důležité, aby páteřní linky ve městě měly co nejpřehlednější trasu a sloužily pro rychlé spojení mezi jednotlivými částmi měst. Z tohoto důvodu byla předpokládána i nižší deviatilita u páteřních linek. Páteřních linek je v Českých Budějovicích celkem 8, z čehož 2 zajišťují dopravu v nočních hodinách. Tato hypotéza se potvrdila, protože skutečně průměrná deviatilita páteřních linek v systému městské hromadné dopravy je výrazně nižší než v případě linek ostatních a také průměru celé sítě.

Poslední z položených hypotéz vycházela z předpokladu, že městská hromadná doprava úzce spolupracuje s veřejnou hromadnou dopravou a je na základě předchozích dotazníkových šetření Olivkové (2010) využívána ve velké míře k cestám do práce. Proto bylo předpokládáno, že lokality v blízkosti autobusového a vlakového nádraží, které v Českých Budějovicích fungují jako dopravní uzly, budou mít oproti ostatním lokalitám větší množství cestujících. Stejně tak na tom budou zastávky ve všední den poblíž větších zaměstnavatelů. Zastávky Nádraží, které se nacházejí na linkách 21 a 22 dosahují 2. a 5. největšího obratu ze všech zastávek na těchto linkách, tudíž tato část hypotézy byla potvrzena. Další část, tedy vyšší obraty zastávek v blízkosti českobudějovických zaměstnavatelů, potvrzena nebyla. Například trasa na lince č. 21 vedoucí k firmě Aspera nebyla dle analýzy nikterak významněji využívána oproti ostatním částem linek. Samozřejmě neúspěch projevení této skutečnosti závisí na poněkud omezené datové základně pro tuto analýzu, čímž vzniká možnost dalšího ověřování do budoucna.

Tato bakalářská práce, která poskytla základní charakteristiky systému městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích a její možnou vizualizaci, představuje možnosti pro navazující výzkum do budoucna. Jednak tím, že celá síť je v neustálém vývoji, je možné sledovat proměnu těchto charakteristik. Při zajištění dat o pohybech cestujících nejen za jeden vůz, ale také za celou síť, by se mohla provést vizualizace celé sítě. Data o pohybech cestujících v celé síti není však vůbec jednoduché získat. Pokud by ale tato data k dispozici byla, mohla by se identifikovat místa na úrovni celého města, kde dochází k významnějšímu pohybu cestujících během dne, a kde naopak je těchto cestujících méně. Zajímavé výsledky také mohou být v porovnání pohybů cestujících například v jednotlivých dnech či hodinách. Tomuto a mnohým dalším je možnost věnovat se v navazujícím výzkumu v oblasti městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích, protože toto téma nabízí mnohem více výzkumných otázek k zodpovězení, než mohla obsáhnout tato bakalářská práce.

8. Zdroje informací a literatura

- BOYLES, S. (2014): Minimum cost flow problem. The University of Texas at Austin, United States, <https://sboyles.github.io/teaching/ce367r/04-mincostflow.pdf> (cit. 4. 10. 2020)
- BUCZEK, M., SZLAPIŃSKA, S. A., MINH, Q. N. (2018): Using GIS for public transport analysis – the case study of Hanoi, Vietnam. *Geoinformatica Polonica*, 17, 1, s. 77.-90.
- CERVERO, R., DAY, J. (2008): Suburbanization and transit-oriented development in China. *Transport Policy*, 15, 4, s. 315-323.
- CZECHTRAMS (2007): Tramvaje v českých městech, <http://www.czechtrams.wz.cz/towns.php> (cit. 24. 10. 2020)
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2004): Dojíždka za prací a do škol v hl. m. Praze (na základě výsledků SLDB) – 2001, https://www.czso.cz/csu/czso/13-1127-04-sldb_2001-1__vyvoj_dojizdky_jako_formy_prostorove_mobility_v_cr (cit. 25. 10. 2020)
- DE JONG, T., AMER, S. (2002): Using GIS to analyze the influence of public transport availability on the choice of health service: a case study of Dar es Salaam, Tanzania. In: GODARD, X., FATONZOUN, I. (eds.): *Urban Mobility for All: La Mobilité Urbaine pour Tous*, CRC Press, United States, s. 145-152.
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2010): Generel městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích. Mott MacDonald, Praha, 78 s.
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2016): 25 let trolejbusové dopravy, <https://www.dpmcb.cz/o-nas/historie-spolecnosti/25-let-trolejbusove-dopravy.html> (cit. 24. 10. 2020)
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2018): Nové midibusové linky zahájí provoz od listopadu, <https://www.dpmcb.cz/cestovani-mhd/aktualne-z-dopravy/nove-midibusove-linky-zahaji-provoz-od-listopadu-277.html> (cit. 4. 4. 2021)
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2019): Data z APC pro vůz 306 dne 3. 5. 2019.
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2020a): Současná MHD, <https://www.dpmcb.cz/o-nas/zakladni-informace.html> (cit. 29. 11. 2020)
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2020b): Výroční zprávy 2004-2019, <https://www.dpmcb.cz/o-nas/vyrocnizpravy.html> (cit. 29. 11. 2020)
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA ČESKÉ BUDĚJOVICE (2021): Jízdní řády, <https://www.dpmcb.cz/cestovani-mhd/jizdni-rady.html> (cit. 9. 1. 2021)
- DRDLA, P. (2005): Dopravní prostředky a subsystemy MHD. Katedra technologie a řízení dopravy, Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, 12 s.

- HANSON, S. (2004): The context of Urban Travel – Concepts and Recent Trends. In: HANSON, S, GUILISNO, G. (eds.): The geography of urban transportation. Gilford Press, s. 3-29.
- HLISNIKOVSÝ, P. (2018): Čas a prostor ve studiu městské hromadné dopravy. Diplomová práce. Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně, Brno, 98 s.
- HUDEČEK, T. (2008): Akcesibilita a dopady její změny v Česku v transformačním období: vztah k systému osídlení. Disertační práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 129 s.
- HUDEČEK, T. PÍRO, L. (2011): Dostupnost v Praze při využití páteřního systému městské hromadné dopravy v období 1980–2020. Geografické rozhledy, 21, 1, s. 10-11.
- IDNES (2008): Kvůli zpoždění budou autobusy vybaveny navigací GPS, https://www.idnes.cz/mobil/navigace/kvuli-zpozdzeni-budou-autobusy-vybaveny-navigaci-gps.A080303_131043_navigace_kor (cit. 4. 10. 2020)
- IVAN, I., TVRDÝ, L. (2007): Změny v prostorovém pohybu obyvatelstva Moravskoslezského kraje. In: Sborník Území znalosti a rozvoj v rámci konference Zvyšování konkurenceschopnosti aneb nové výzvy pro rozvoj regionů, s. 14-34.
- JAREŠ, M. (2016): Integrované dopravní systémy. Fakulta dopravy, České vysoké učení technické, Praha, http://www.zastavka.net/id-prednasky/idos_01_uvod_2016.pdf (cit. 23. 10. 2020)
- KEŠNER, O. (2009): Hluková mapa v GIS. Diplomová práce. Ústav biomedicínského inženýrství, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 79 s.
- KORBEL, L. (2013): Technologie GPS pouští autobusům zelenou a pomáhá hlásit zastávky, https://www.idnes.cz/mobil/navigace/gps-v-mhd-pardubice.A130307_230443_navigace_kor (cit. 23. 10. 2020)
- KRAFT, S. (2015): Základy geografie dopravy. Katedra geografie, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, 77 s.
- KUBEŠ, J. a kol. (2009): Urbánní geografie Českých Budějovic a Českobudějovické aglomerace I. Ústav vědy a výskumu UMB, Banská Bystrica, 166 s.
- MAPY.CZ (2021): Plánovač tras, <https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy> (cit. 28. 2. 2021)
- MINISTERSTVO DOPRAVY (2019): Ročenka dopravy České republiky. Trexima spol. s. r. o., 168 s.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (2017): Politika ochrany klimatu v ČR, [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/politika_ochrany_klimatu_2017/\\$FILE/OE-OK-POK-20170329.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/politika_ochrany_klimatu_2017/$FILE/OE-OK-POK-20170329.pdf) (cit. 23. 10. 2020)

- NGUYEN-LUONG, D. (2015): Land use/transport interaction modelling: from theory to practice. L'institut Paris Region, <https://en.institutparisregion.fr/know-how/mobility/land-usetransport-interaction-modelling-from-theory-to-practice.html> (cit. 4. 10. 2020)
- OLIVKOVÁ, I. (2007): Metody hodnocení městské hromadné dopravy. Perner's contacts, 2, 3, s. 1-6.
- OLIVKOVÁ, I. (2010): Evaluation of Quality Indicators Public Transport. Perner's contacts, 5, 4, s. 171-181.
- OŽANOVÁ, E. (2008): Integrované dopravní systémy hromadné přepravy osob. In: Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava, s. 295-302.
- PARK, J. (2015): Network Flow Problems. Stanford University, United States, <http://web.stanford.edu/class/cs97si/08-network-flow-problems.pdf> (cit. 4. 10. 2020)
- PEDROSO, J. P., RAIS, A., KUBO, M., MURAMATSU, M. (2012): Facility location problems, <https://scipbook.readthedocs.io/en/latest/flp.html> (cit. 4. 10. 2020)
- PUCHER, J. (2004): Public transportation. In: HANSON, S, GUILISNO, G. (eds.): The geography of urban transportation. Gilford Press, s. 199-236.
- PUCHER, J., PENG, Z. R., MITTAL, N., ZHU, Y., KORATTYSWAROOPAM, N. (2007): Urban Transport Trends and Policies in China and India: Impacts of Rapid Economic Growth. Transport Reviews, 7, 4, s. 397-410.
- SAGAR, M. (2019): Routing protocols, <https://technoworldmittal.wordpress.com/2019/08/20/routing-protocols/> (cit. 3. 10. 2020)
- SDRUŽENÍ DOPRAVNÍCH PODNIKŮ (2019): Výroční zpráva 2019. Sdružení dopravních podniků ČR, Praha, 41 s.
- SHAW, S. L., RODRIGUE, J. P. (2020): Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T), https://transportgeography.org/?page_id=6741 (cit. 4. 10. 2020)
- SLAVÍK, J. (2020): Co to je a jak funguje inteligentní město – Smart city, http://www.smartcityvpraxi.cz/o_smart_city.php (cit. 23. 10. 2020)
- SMART CITY V PRAXI (2020): OÖVV Info: jedna aplikace pro jízdenky v celém Horním Rakousku, http://www.smartcityvpraxi.cz/zajimave_projekty_323.php (cit. 23. 10. 2020)
- STREETLIGHT DATA (2020): Building and calibrating travel demand models (Big Data in the real world), <https://www.streetlightdata.com/creating-travel-demand-models/> (cit. 4. 10. 2020)
- TESLA (2012): Role MHD a VHD při dojíždění do zaměstnání v krajských městech Česka. 15. ročník studentské konference GISáček, 9.-10. května 2012, Ostrava.

- URBÁNKOVÁ, J., OUŘEDNÍČEK, M. (2006): Vliv suburbanizace na dopravu v Pražském městském regionu. In: OUŘEDNÍČEK, M.: Sociální geografie Pražského městského regionu. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, s. 79-95.
- WANG, Z., CROWCROFT, J. (1992): Analysis of Shortest-Path Routing Algorithms in a Dynamic Network Environment. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 22, 2, s. 63-71.
- WIKIPEDIA (2020a): Městská hromadná doprava v Česku,
https://cs.wikipedia.org/wiki/Městská_hromadná_doprava_v_Česku (cit. 28. 11. 2020)
- WIKIPEDIA (2020b): Trolejbusová doprava,
https://cs.wikipedia.org/wiki/Trolejbusová_doprava (cit. 28. 11. 2020)
- WIKIPEDIA (2021): Seznam měst v Česku podle počtu obyvatel,
https://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_měst_v_Česku_podle_počtu_obyvatel (cit. 28. 2. 2021)

9. Seznam tabulek, grafů a mapových výstupů

Tabulky

- Tab. 1: délky sítě MHD a počet obyvatel v krajských městech České republiky
- Tab. 2: Délka linek městské hromadné dopravy k 1. 1. 2020
- Tab. 3: Průměrná vzdálenost zastávek ve vymezených částech města
- Tab. 4: Průměrná přepravní vzdálenost mezi zastávkami na jednotlivých linkách MHD k 1. 1. 2020
- Tab. 5: Porovnání deviatility vybraných skupin linek
- Tab. 6: Deviatilita linek městské hromadné dopravy k 1. 1. 2020
- Tab. 7: Obrat všech zastávek na linkách 21, 22 a 23 vozu 306 dne 3. 5. 2019 rozdělený podle časových intervalů
- Tab. 8: Rozdělení 10 zastávek s největší hodnotou obratu do časových intervalů
- Tab. 9: Vybraná data o městské hromadné dopravě v Českých Budějovicích z let 2002-2019
- Tab. 10: Vypočítaná hodnota přepravního výkonu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích v letech 2002-2019
- Tab. 11: Počet nastupujících a vystupujících ve voze 306 na zastávkách linek 21, 22 a 23 3. 5. 2019

Grafy

- Graf 1: Vývoj délky linek MHD v Českých Budějovicích od roku 2002
- Graf 2: Vývoj počtu přepravených cestujících v MHD v Českých Budějovicích v období 2002-2019

Mapové výstupy

- Mapa 1: Definování centrální části města Českých Budějovic
- Mapa 2: Linky městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích k 31. 12. 2020
- Mapa 3: Síť městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích a vytíženost zastávek v pracovní den k 31. 12. 2020
- Mapa 4: Vizualizace linky č. 21 vozu 306
- Mapa 5: Vizualizace linky č. 22 vozu 306
- Mapa 6: Vizualizace linky č. 23 vozu 306

10. Přílohy

Tab. 9: Vybraná data o městské hromadné dopravě v Českých Budějovicích z let 2002-2019

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Počet linek	18	18	20	21	22	22	22	22	19
Délka linek [km]	212,1	201,9	227,5	227,5	234,4	240,3	246,5	240,3	225,5
Počet zastávek	362	363	374	374	382	384	384	384	390
Přepravené osoby [tis.]	43 171	42 368	43 474	42 478	42 397	42 222	40 974	42 222	40 215
Ujeté kilometry [tis.]	5 900	5 737	5 977	5 963	6 041	6 095	6 087	6 019	5 733
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Počet linek	20	21	21	22	22	22	23	24	24
Délka linek [km]	217	221,2	221,2	230,4	230,4	226	228,2	208	208
Počet zastávek	389	390	390	395	390	401	414	390	394
Přepravené osoby [tis.]	40 279	40 215	39 048	38 541	38 568	38 621	38 782	47 142	67 426
Ujeté kilometry [tis.]	5 649	5 673	5 612	5 651	5 639	5 702	5 725	5 634	5 856

Zdroj: Doprani podnik města České Budějovice, 2020b; vlastní zpracování

Tab. 10: Vypočítaná hodnota přepravního výkonu městské hromadné dopravy v Českých Budějovicích v letech 2002-2019

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Přepravní výkon [mil. osbkm]	254 709	243 065	259 844	253 296	256 120	257 343	249 409	254 134	230 553
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Přepravní výkon [mil. osbkm]	227 536	228 140	219 137	217 795	217 485	220 217	222 027	265 598	394 847

Zdroj: Doprani podnik města České Budějovice, 2020b; vlastní zpracování

**Tab. 11: Počet nastupujících a vystupujících ve voze 306 na zastávkách linek 21, 22 a 23
3. 5. 2019**

název zastávky	směrem na zastávku	linka č. 21		linka č. 22		linka č. 23		celkově		
		nástupy	výstupy	nástupy	výstupy	nástupy	výstupy	nástupy	výstupy	obrat
Metropol	U Zimního stadionu	-	-	12	0	-	-	12	0	12
Metropol	U Koníčka	-	-	4	5	-	-	4	5	9
U Koníčka (ul. Žižkova tř.)	Nádraží	7	14	3	10	-	-	10	24	34
U Koníčka (ul. Novohradská)	Karla IV.	0	1	4	2	-	-	4	3	7
Nádraží (ul. Nádražní u OC Mercury)	U Koníčka	10	8	8	9	-	-	18	17	35
Nádraží (ul. Žižkova tř.)	U Koníčka	11	10	8	26	-	-	19	36	55
Senovážné nám. - Pošta	Poliklinika Sever	-	-	-	-	22	7	22	7	29
Senovážné nám. - Pošta	Karla IV.	-	-	-	-	3	35	3	35	38
Marie Vydrové	Havlíčková kolonie – Malý jez	0	9	-	-	-	-	0	9	9
Marie Vydrové	Čechova	7	1	-	-	-	-	7	1	8
Křížkova	Havlíčková kolonie – Aspera	0	2	-	-	-	-	0	2	2
Křížkova	Havlíčková kolonie – Malý jez	1	0	-	-	-	-	1	0	1
Čechova	Marie Vydrové	2	11	-	-	-	-	2	11	13
Čechova	Alešova	19	0	-	-	-	-	19	0	19
Alešova	Čechova	1	0	-	-	-	-	1	0	1
Alešova	U Koníčka	0	1	-	-	-	-	0	1	1
Grünwaldova	Jánská	-	-	0	2	-	-	0	2	2
Grünwaldova	Parkoviště Dynamo	-	-	3	0	-	-	3	0	3
Papírenská	Papírenská-točna	-	-	0	0	-	-	0	0	0
Papírenská	U Nemocnice	-	-	2	0	-	-	2	0	2

Havlíčková kolonie – Malý jez	Křížíkova	0	5	-	-	-	-	0	5	5
Havlíčková kolonie – Malý jez	Marie Vydrové	1	2	-	-	-	-	1	2	3
KOH-I-NOOR	U Soudu	-	-	10	0	-	-	10	0	10
U Zimního stadionu	Parkoviště Dynamo	-	-	2	3	-	-	2	3	5
U Nemocnice	Jánská	-	-	12	0	-	-	12	0	12
Havlíčková kolonie – Aspera	konečná zastávka	0	4	-	-	-	-	0	4	4
Havlíčková kolonie – Aspera	Křížíkova	10	0	-	-	-	-	10	0	10
Průmyslová	Alešova	3	0	-	-	-	-	3	0	3
U Soudu	Grünwaldova	-	-	4	1	-	-	4	1	5
Papírenská – točna	konečná zastávka	-	-	0	1	-	-	0	1	1
Papírenská – točna	Papírenská	-	-	1	0	-	-	1	0	1
Poliklinika Sever	J. Š. Baara	-	-	-	-	6	10	6	10	16
Poliklinika Sever	Senovážné náměstí – Pošta	-	-	-	-	10	19	10	19	29
Parkoviště Jírovцова	konečná zastávka	-	-	-	-	1	13	1	13	14
Parkoviště Jírovцова	Nerudova	-	-	-	-	17	0	17	0	17
Nerudova	Parkoviště Jírovцова	-	-	-	-	0	16	0	16	16
Nerudova	Fráni Šrámka	-	-	-	-	25	1	25	1	26
Fráni Šrámka	Nerudova	-	-	-	-	0	22	0	22	22
Fráni Šrámka	J. Š. Baara	-	-	-	-	34	2	34	2	36
J. Š. Baara	Fráni Šrámka	-	-	-	-	12	10	12	10	22
J. Š. Baara	Poliklinika Sever	-	-	-	-	12	14	12	14	26
Náměstí Přemysla Otakara II.	konečná zastávka	0	4	0	3	0	20	0	27	27
Náměstí Přemysla Otakara II.	Karla IV.	11	1	11	3	31	9	53	13	66

Karla IV.	Náměstí Přemysla Otakara II.	2	5	0	3	1	2	3	10	13
Karla IV.	U Konička	1	0	1	2	3	0	5	2	7
Parkoviště Dynamo	Grünwaldova	-	-	0	4	-	-	0	4	4
Parkoviště Dynamo	KOH-I-NOOR	-	-	1	2	-	-	1	2	3
Jánská	Nemocnice	-	-	0	7	-	-	0	7	7
Jánská	Grünwaldova	-	-	5	0	-	-	5	0	5
Nemocnice	Papírenská	-	-	1	14	-	-	1	14	15

Zdroj: Dopravní podnik města České Budějovice (2019), vlastní zpracování a výpočty