

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh nočních rozjezdů městské hromadné dopravy v Hradci Králové
Diplomová práce

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav Voltr**
Osobní číslo: **D21472**
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**
Téma práce: **Návrh nočních rozjezdů městské hromadné dopravy v Hradci Králové**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Obecná charakteristika MHD včetně specifik nočního provozu
2. Analýza nočního provozu MHD v Hradci Králové
3. Návrh variant řešení nočních rozjezdů MHD v Hradci Králové
4. Zhodnocení jednotlivých variant

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**
Rozsah grafických prací: **5-6**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

DRDLA, Pavel. Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2018. 978-80-7560-189-6.
Město Hradec Králové. Strategický rámec rozvoje veřejné dopravy (SUMF).
CHAPS spol. s r.o. Jízdní řády IDOS.

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

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2023**
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

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

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

V Pardubicích dne 2. ledna 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem Návrh nočních rozjezdů městské hromadné dopravy v Hradci Králové jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Hradci Králové dne 12. května 2023

Václav Voltr

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Drdlovi, Ph.D. za odborné rady, připomínky a celkově za pomoc při vypracování této práce.

Mé poděkování patří pracovníkům oddělení dopravní obslužnosti Krajského úřadu Královéhradeckého kraje a oddělení dopravní obslužnosti Krajského úřad Pardubického kraje za poskytnutí provozních dat pro vypracování diplomové práce a možnost konzultací.

Můj obdiv patří komunitě vyvíjející svobodný geografický informační systém QGIS, který je volně přístupný v češtině na základě licence creative commons. Autor tento systém využíval v návrhové části i při následném zhodnocení. Při zpracování vstupních údajů do modelu byl využit jednodeskový počítač využívající open-source platformu Arduino, jejíž komunitě by zde autor rád též poděkoval.

Chtěl bych zde ocenit i Magistrát města Hradec Králové, který sdílí otevřené datové sady ve strojově čitelné podobě. Bez vybraných datových sad by tato práce nemohla vzniknout.

Rád bych zde zmínil i všechny další, kteří se podíleli na vzniku práce, ať už vlastními zkušenostmi, návrhy nebo připomínkami.

ANOTACE

Diplomová práce se v analytické části zaměřuje na charakteristiku nočního provozu městské hromadné dopravy v Hradci Králové, současně je řešena i problematika zdrojů a cílů cest ve městě v nočních hodinách. V návrhové části je vytvořeno variantní řešení organizace nočního provozu městské hromadné dopravy formou nočních rozjezdů. Následně je provedeno zhodnocení jednotlivých variant.

KLÍČOVÁ SLOVA

městská hromadná doprava, město Hradec Králové, noční provoz veřejné hromadné dopravy, Lindau Modell, linkotvorba

TITLE

Proposal for night departures of urban public transport in Hradec Králové

ANNOTATION

The analytical part of the thesis focuses on the characteristics of the night operation of urban public transport in Hradec Králové, at the same time the problem of sources and destinations of trips in the city during night hours is also addressed. In the proposal part, a variant solution for the organization of night operation of urban public transport in the form of night departures is created. Afterwards, an evaluation of individual variants is carried out.

KEYWORDS

city of Hradec Králové, Lindau Modell, night operation of public transport, transport line planning, urban public transport

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD	13
1 ANALYTICKÁ ČÁST	14
1.1 Městská hromadná doprava	14
1.1.1 Specifikace nočního provozu MHD	15
1.1.2 Lindau Modell	16
1.2 Město Hradec Králové	17
1.2.1 Části města	17
1.2.2 Dopravně připojené obce	18
1.2.3 Zdroje a cíle cest v nočních hodinách	19
1.3 Současný provoz MHD v Hradci Králové v nočních hodinách	20
1.3.1 Denní linky	21
1.3.2 Noční linky	21
1.4 Návaznost MHD a dalších druhů veřejné hromadné dopravy	23
1.5 Koncepce nočního provozu MHD dle strategického rámce rozvoje veřejné dopravy	26
2 NÁVRHOVÁ ČÁST	28
2.1 Společná opatření	28
2.1.1 Zastávky na znamení	28
2.1.2 Tarif	29
2.1.3 Využití manipulačních jízd	29
2.2 Výběr bodu rozjezdu	30
2.2.1 Obecné požadavky na přestupní bod	30
2.2.2 Výběr konkrétní zastávky	31

2.3 Metodika návrhu.....	32
2.3.1 Vybraná síť MHD.....	32
2.3.2 Příprava vstupních údajů.....	33
2.3.3 Generování matic.....	39
2.3.4 Vytvoření optimalizačního modelu.....	41
2.3.5 Variantní spuštění optimalizačního modelu.....	44
2.3.6 Úprava a doplnění řešení autorem.....	46
2.4 Varianta Hlavní nádraží.....	48
2.4.1 Podvarianta H1.....	48
2.4.2 Podvarianta H2.....	50
2.4.3 Podvarianta H4.....	51
2.4.4 Podvarianta H5.....	51
2.5 Varianta Adalbertinum.....	52
2.5.1 Podvarianta A1.....	53
2.5.2 Podvarianta A2.....	54
2.5.3 Podvarianta A4.....	54
2.5.4 Podvarianta A5.....	55
2.6 Prodloužení nočního provozu.....	55
3 ZHODNOCENÍ.....	57
3.1 Zhodnocení optimalizačního modelu.....	58
3.1.1 Silné stránky.....	58
3.1.2 Slabé stránky.....	59
3.1.3 Přenositelnost modelu.....	60
3.2 Hodnocení užitku s využitím GIS.....	61
3.3 Varianta Hlavní nádraží.....	62
3.4 Varianta Adalbertinum.....	66
3.5 Zhodnocení umístění bodu rozjezdu.....	69

ZÁVĚR	71
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	76

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Schéma tras nočních linek 51 a 53	23
Obrázek 2 – Ukázka ze zásobníku linek	35
Obrázek 3 – Část atributové tabulky vrstvy okrsků.....	37
Obrázek 4 – Ukázka z aplikace QGIS, zaměřeno na ulici Třebechovická	38
Obrázek 5 – Metoda pro výběr optimálního systému o právě 2 linkách	42
Obrázek 6 – Metoda pro výpočet užitku celého systému	42
Obrázek 7 – Metoda pro výpočet dopravního výkonu a počtu vozidel	44
Obrázek 8 – Doplněk ORS Tools	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Přehled vstupních údajů modelu importovaných ze souboru csv.....	41
Tabulka 2 – Opatření na denních linkách H1	50
Tabulka 3 – Opatření na denních linkách A1	54
Tabulka 4 – Zhodnocení varianty H před dopracováním autorem	63
Tabulka 5 – Zhodnocení varianty H po dopracování autorem	65
Tabulka 6 – Zhodnocení varianty A před dopracováním autorem	67
Tabulka 7 – Zhodnocení varianty A po dopracování autorem	68
Tabulka 8 – Porovnání jednotlivých podvariant A a H	70

SEZNAM ZKRATEK

DPH	Daň z přidané hodnoty
GIS	Geografické informační systémy
Hr. Králové	Hradec Králové
IDS	Integrovaný dopravní systém
IREDO	Integrovaný regionální dopravní systém v Královéhradeckém a Pardubickém kraji
MA	Manipulační jízda (pouze v tabulkách turnusů)
MHD	Městská hromadná doprava
Os	Osobní vlak
R	Rychlík
Sp	Spěšný vlak
SUMF	Strategický rámec rozvoje veřejné dopravy
VHD	Veřejná hromadná doprava
VYDIS	Východočeský dopravní integrovaný systém

ÚVOD

Městská hromadná doprava (dále jen MHD) je důležitou součástí větších měst. Její význam v současné době vzrůstá především s nutností řešit dopravu udržitelně. Ačkoli si většina lidí toto spojí pouze s ekologickými aspekty, v případě řešení udržitelné dopravy ve městě je třeba zohlednit i prostorové nároky. Individuální automobilová doprava je prostorově náročná. Dle názoru autora je obtížné nalézt město (s více jak 50 000 obyvateli) s dostatečným počtem parkovacích míst. Ani kapacita pozemních komunikací ve městě není neomezená. Jedním z řešení je vhodný systém MHD, díky kterému se omezí potřeba obyvatel města využívat individuální automobilovou dopravu. Při vhodném propojení s dalšími prvky (například záchytnými parkovišti P+R, dobře fungující příměstskou a regionální hromadnou dopravou) lze snížit dojížděku do města (případně do centra) vlastními automobily.

Dobře fungující systém městské hromadné dopravy by měl zajišťovat dostatečnou nabídku spojů i v obdobích s nižší poptávkou. Kromě dopoledního a večerního sedla se jedná i o noční provoz. V některých městech je řešen speciálními linkami, naopak zejména v menších městech není řešen nijak. Pokud se cestující rozhodne využít veřejnou hromadnou dopravu, pak obvykle potřebuje nabídku spojení tam i zpět. Chybí-li zpáteční spojení, pak buďto musí využít jiný systém (taxi službu, odvoz rodinným příslušníkem, ...), nebo celkově veřejnou hromadnou dopravu nevyužije a v obou směrech pojedje vlastním automobilem. Ovšem v dnešní době existují i určité alternativní způsoby, jako jsou například sdílené automobily, jízdní kola, koloběžky, ... Tyto systémy však nejsou nabízeny ve všech městech, problémem může být i nutnost „vrátit“ dopravní prostředek v určité oblasti.

Řešeným územím je město Hradec Králové a dopravně připojené obce, jelikož zdejší noční provoz MHD není (nejen) autorem hodnocen příliš kladně. Pojem „noční linka“ nebo „noční provoz“ není jednotný v systémech MHD – vždy záleží na konkrétních podmínkách daného města. Tato diplomová práce se zaměřuje především na noční linky, jež jsou provozovány v období mezi půlnocí a 4. hodinou ranní. V některých případech bude řešen i přesah do období přechodu mezi běžným (denním) a nočním provozem a naopak (tj. 23:00 – 24:00 a 4:00 – 5:00). Autor sám jakožto příležitostný provozní zaměstnanec v dopravě noční linky v Hradci Králové využívá.

Cílem diplomové práce je navrhnout variantní řešení nočních rozjezdů městské hromadné dopravy v Hradci Králové a tato řešení následně zhodnotit.

1 ANALYTICKÁ ČÁST

První kapitola se zabývá současným stavem nočního provozu městské hromadné dopravy v Hradci Králové a vlivy, které na něj působí. Do nočního období (respektive nočních hodin) se zde zařazují i brzké ranní hodiny, tudíž se jedná o časový interval přibližně mezi 23. a 5. hodinou. Toto je stanoveno na základě provozu v Hradci Králové, kdy se po 23. hodině postupně „ukončuje“ provoz běžných linek a naopak mezi 4. a 5. hodinou je opět zahajován. Mezi půlnocí a 4. hodinou ranní jsou (až na výjimky) v provozu výhradně speciální (noční) linky. Rozlišení na běžné a noční linky je konkrétně pro MHD v Hradci Králové řešeno v podkapitole 1.3, v jiných městech se však může lišit.

1.1 Městská hromadná doprava

Městská hromadná doprava slouží pro přepravu osob (a jejich zavazadel) na území města, případně s přesahem do dopravně připojených obcí. Využívají ji ti, kteří nemohou nebo nechtějí využít individuální dopravu – chůzi, jízdní kolo, vlastní motorové vozidlo, ... Cestující se přepravují hromadně, i když zdroje a cíle jejich cest jsou odlišné – MHD ze své podstaty nezajišťuje přepravu „ode dveří ke dveřím“. Fungující systém MHD je důležitým předpokladem pro udržitelný rozvoj města a lze ho považovat za jeden z ukazatelů pro hodnocení kvality života v obci. Při cestování na delší vzdálenosti se pro některé obyvatele jedná o jedinou dostupnou možnost dopravy (nevlastní řidičské oprávnění, je pro ně finančně nedostupné vlastnictví automobilu, ...).

Při využití hromadné dopravy je běžné, že pro celou cestu nepostačuje pouze jeden druh dopravy (využívá se například kombinace MHD + chůze, vlak + jízdní kolo, ...). Městská hromadná doprava je důležitou součástí systému veřejné hromadné dopravy (dále jen VHD). Měla by tedy mimo jiného zajišťovat možnost přestupu na „vyšší“ systémy VHD. Tímto pojmem autor myslí zejména železniční dopravu a veřejnou linkovou dopravu (ať už krajskou nebo mezikrajskou, případně i mezistátní). V menších systémech MHD je běžné, že primárním úkolem MHD je přeprava cestujících k železniční stanici/zastávce.

Městská hromadná doprava je zajišťována na základě objednávky obce, která pak platí prokazatelnou ztrátu – provoz MHD je prakticky vždy ztrátový. V některých případech na spoje MHD přispívá kraj, jelikož MHD může obsluhovat i okolní obce a doplňovat tak veřejnou hromadnou dopravu v objednávce kraje (případně úplně nahrazovat).

Označením „víkend“ se rozumí sobota, neděle a státní svátek, „pracovní den“ pondělí až pátek. V práci jsou užívány značky obecně známé z jízdních řádů, a to v souladu s významem dle vyhlášky č. 122/2014 Sb. o jízdních řádech veřejné linkové dopravy (1).

Především v malých a ve středně velkých městech se aplikuje opatření spočívající v budování takzvaných integrovaných přestupních uzlů. Jednotlivé spoje linek (větví linek) se v určených časových polohách setkávají v přestupním bodě, zde je pak umožněn přestup mezi vozidly, která po krátkém pobytu pokračují dále. V menších systémech MHD bývají periody na linkách poměrně velké, což může být komplikací v případě, kdy cestující přestupuje (pokud není zajištěn časový soulad linek pro přestup). Toto opatření tak zvyšuje atraktivitu systému MHD pro pravidelné i nepravidelné cestující. Systém lze využít i ve větších městech pro večerní a noční provoz (2).

Integrovanému přestupnímu bodu se autor dále věnuje v části 1.1.2, kde je zmíněna konkrétní aplikace tohoto opatření ve městě Lindau. V podkapitole 2.2 je pak konkrétně řešen výběr „bodu rozjezdu“ pro noční provoz MHD v Hradci Králové.

1.1.1 Specifikace nočního provozu MHD

Poptávka po přepravě v MHD (a celkově ve VHD) je v nočních hodinách obecně výrazně nižší než ve zbytku dne. Větší systémy MHD na to reagují zavedením speciálních nočních linek, případně provozem pouze skupiny vybraných linek. Menší systémy MHD nenabízí v nočním období spoje vůbec.

Vzhledem k celkově nižší intenzitě silniční dopravy v nočním období je možné MHD zkracovat jízdní doby mezi jednotlivými zastávkami. Noční linky tak mohou obsloužit větší území, než by za stejný čas zvládla běžná linka.

Zastoupení jednotlivých kategorií cestujících se v nočních hodinách výrazně odlišuje od provozu ve zbytku dne. Úplně chybí cestující, kteří jedou do škol a zpět. Určitou výjimkou mohou být žáci a studenti, kteří se na víkend vrací domů (obvykle v pátek nebo ve čtvrtek), nebo naopak jedou na internát/kolej až v pondělí ráno. Například pokud skončí studentovi výuka v Brně v 18 hodin, tak se veřejnou dopravou nepřepraví do Hradce Králové před 23. hodinou.

U většiny zaměstnavatelů, kde je rozložení pracovní doby na 2 směny, je časové rozvržení obvykle řešeno přibližně ve formátu 6–14 a 14–22. Pokud zaměstnanci dojíždějí do jiné obce, případně jim směna začíná například již v 5:30, pak jejich cesty mohou okrajově zasahovat do nočního období. Takovéto cesty se budou obecně vyskytovat pravidelně každý pracovní den (konkrétně pak záleží na rozpisu směn daného pracovníka). Příležitostně se může v nočním období vracet zaměstnanec z pracovní cesty a obdobně. Speciálním případem jsou provozní zaměstnanci v určitých oborech, kterým je zejména doprava. Zde není neobvyklé,

aby směny začínaly už ve 3 hodiny ráno a končily po půlnoci. Může se jednat o řidiče autobusů, nákladních automobilů, dispečery, strojvedoucí, vlakvedoucí, ...

Většinu cestujících v MHD v nočních hodinách tvoří ti, kteří jedou za zábavou, případně se vrací (což platí o to více mezi půlnoci a 4. hodinou ranní). Zábavou je zde myšlena návštěva kultury (divadla, kina, koncertu, ...), stravovacího zařízení (hospody, baru, klubu, ...) či jiné společenské akce (plesu, galavečeru, ...). Samozřejmě se může jednat i o soukromé akce (oslavy, návštěvy, ...). Takovéto cesty a tedy zvýšenou poptávku lze očekávat v noci z pátku na sobotu a ze soboty na neděli, v některých případech i z neděle na pondělí. Určitou komplikací pro plánování MHD je skutečnost, že velké akce mají spíše nepravidelný charakter. Noční kluby se však často snaží nabídnout program na každý víkend.

1.1.2 Lindau Modell

Německé město Lindau lze využít jako příklad aplikace koncepce MHD využívající integrovaný přestupní uzel. Na začátku zde byly provozovány 4 tranzitní linky s půlhodinovým intervalem, jejichž spoje se vždy pravidelně setkávaly v integrovaném přestupním uzlu (oba směry každé linky, celkově tedy 8 spojů). Takto byl zajištěn snadný přestup s minimálním čekáním na návazný spoj (2). K původním 4 tranzitním linkám přibyla 5., tentokrát již radiální linka (3). Příloha A je schéma linkového vedení MHD ve městě Lindau.

Lindau má přibližně 25 tisíc obyvatel, avšak pro větší města by bylo zavedení tohoto systému na celosíťové úrovni poměrně problematické. Jednak lze zmínit prostorové nároky na integrovaný přestupní bod (včetně napojení na okolní pozemní komunikace), ale i nutný požadavek na dodržování jízdního řádu. To bývá ve větších městech s častými kongescemi problém. Vzhledem k principu fungování Lindau Modellu by se zpoždění buďto přenášela na všechny ostatní spoje, nebo by nebyl zajištěn přestup. Současně při krátkých intervalech mezi spoji ztrácí systém dle názoru autora smysl. Integrovaný přestupní bod by bylo možné v MHD větších měst využít pro část sítě (linky, které obsluhují okrajové části města s intervalem 30 nebo 60 minut), případně zavést i více takovýchto přestupních bodů. Další možností je aplikaci v období s nižší poptávkou (zde noční provoz), kdy dochází k redukci počtu provozovaných linek. Autor se inspiroval některými principy Lindau Modellu a obecně principem integrovaného přestupního bodu pro vlastní návrh nočních rozjezdů MHD v Hradci Králové. Ovšem vzhledem ke specifikům nočního provozu MHD není cílem autora vytvořit systém integrovaného přestupního bodu v Hradci Králové přesně dle Lindau Modellu.

1.2 Město Hradec Králové

Hradec Králové, ležící ve východních Čechách na soutoku Labe a Orlice, je krajským městem Královéhradeckého kraje. Město se rozkládá na ploše 105,69 km² a žije zde přibližně 91 000 obyvatel (4).

Vzhledem k vazbám blízkého i vzdálenějšího okolí na Hradec Králové je město důležitým přestupním uzlem krajské, ale i mezikrajské veřejné linkové dopravy. Město je obslouženo i vybranými mezistátními linkami, zejména ve směru Polsko a Ukrajina. Městskou hromadnou dopravu (autobusový a trolejbusový subsystém) zajišťuje Dopravní podnik města Hradce Králové, akciová společnost 100% vlastněná městem Hradec Králové. Terminál hromadné dopravy (poblíž hlavního nádraží) využívá veřejná linková doprava i MHD. Veřejná linková doprava a vlaky na území Královéhradeckého kraje jsou začleněny do integrovaného dopravního systému (dále jen IDS) IREDO, jehož území zahrnuje i Pardubický kraj, část území sousedních krajů a Polska. V této práci se linkami označenými dvoumístným číslem myslí linky královéhradecké MHD, trojmístným číslem jsou pak označeny linky IDS IREDO.

Hlavní nádraží v Hradci Králové protínají železniční tratě č. 020 z Velkého Oseka, č. 021 do Letohradu, č. 031 Pardubice – Jaroměř a č. 041 do Turnova. Na území města se nachází 2 stanice (hlavní nádraží a Slezské Předměstí) a dále 3 zastávky (Plotiště nad Labem, Kukleny a Hradec Králové zastávka v místní části Pouchov) (5). Vlaky se v této práci označují běžně zažitými zkratkami – osobní vlaky (Os), spěšné vlaky (Sp) a rychlíky (R).

Hradec Králové přímo sousedí s Pardubickým krajem a s nedalekými podobně velkými Pardubicemi tvoří bicentrickou aglomeraci. Mezi oběma městy jsou poměrně významné a silné vazby, což se promítá i do přepravních požadavků. Někteří obyvatelé jednoho města denně dojíždí do druhého za účelem zaměstnání, vzdělávání, ale i příležitostně za kulturou a zábavou. Tomu odpovídá i nabídka VHD na této relaci – v období od 4:30 do 21:00 jsou nabízeny minimálně 2 páry vlaků za hodinu (po tomto čase je perioda delší). Dále jsou provozovány dvě meziměstské autobusové linky (IREDO 600 a IREDO 601) a jednotlivé spoje dálkových autobusových linek.

1.2.1 Části města

Přestože je Hradec Králové statutárním městem, členění na samosprávné městské části nebo městské obvody zde není využito (na rozdíl od blízkých Pardubic). Ve městě jsou zřizovány komise místní samosprávy „jako iniciativní a poradní orgány v určených místních částech města Hradec Králové (6).“

Město lze členit dle místních částí jakožto evidenčních sídelních jednotek, případně katastrálních území. Avšak se zde vyskytuje určitá „nekonzistence“ mezi evidenčním členěním a místní zvyklostí. To lze demonstrovat na případu místní části Moravské Předměstí. Pouze základní sídelní jednotka Moravské Předměstí V tvoří tuto místní část, avšak na území místních částí Nový Hradec Králové a Třebeš se nachází další základní sídelní jednotky označené jako Moravské Předměstí (7) (8).

Autor považuje členění města dle působností komisí místní samosprávy za nejvíce odpovídající místní zvyklosti, a proto se z něj bude dále vycházet. Příloha B obsahuje plošné vymezení působnosti jednotlivých komisí místní samosprávy.

1.2.2 Dopravně připojené obce

Dopravní obslužnost vybraných blízkých obcí je zajišťována MHD z Hradce Králové. Konkrétně se jedná o obce Běleč nad Orlicí, Divec, Lochenice, Předměřice nad Labem, Stěžery a Vysoká nad Labem. Finančně se podílí na kompenzaci prokazatelné ztráty, a proto často disponují atraktivnější nabídkou spojení, než kterou by jim zajišťovala objednávka kraje. To platí zejména v obdobích s nižší přepravní poptávkou – v dopoledním a večerním sedle a celkově o víkendu.

Dle vyjádření starostů jednotlivých dopravně připojených obcí nemá nikdo z nich zájem o zajištění spojů v období mezi půlnocí a 4. hodinou ranní (nebo se k dotazu nevyjádřili). Naopak vybrané obce přistupují k redukci objednávaných služeb. V jízdním řádu s platností od 1. 9. 2019 (9) došlo k definitivnímu zrušení nočního páru spojů na lince 18 (Magistrát města 23:35 – Vysoká 0:05 – Zimní stadion 0:23, provozovaného pouze z pátku na sobotu a ze soboty na neděli). Tento pár spojů byl již předtím omezován během platnosti opatření proti šíření nemoci COVID-19. Dle starosty byl zrušen pro malou vytíženost.

Linky 11 a 17 obsluhují vybranými spoji ve špičce zastávku Podhůrská. Ta byla zavedena v době uzavření původního mostu Plukovníka Šrámka ve Svinarech, ovšem po otevření nového mostu zůstala pro některé spoje zachována. Zastávka se nachází přibližně 100 metrů od obce Blešno (autobus využíval blízkou okružní křižovatku v době uzavírky). Obyvatelé okolních domů v Blešně tak mají v docházkové vzdálenosti královéhradeckou MHD. Jelikož je zastávka na území města, tak je zařazena v prvním tarifním pásmu a obec Blešno za MHD neplatí.

Od 11. 12. 2022 se změnou jízdního řádu došlo k omezení objednávky spojů do dopravně připojených obcí v období se slabší poptávkou. Do obce Běleč nad Orlicí zajíždí spoj linky 17 s odjezdem ve 22:30 z Terminálu HD pouze v pátek a v sobotu (původně denně), v ostatní

dny místo toho obslouží zastávku Podhůrská. To se týká i vratného spoje linky 11 z Bělče nad Orlicí (odjezd ve 22:59). Spoj linky 15 z Lochenic ve 4:50 je zaveden pouze v pracovní dny, o víkendu začíná až na zastávce Předměřice panelárna (10).

Na základě vyjádření oslovených starostů a dlouhodobější tendence spíše redukovat spoje v období s nižší poptávkou po přepravě již dále nebudou řešeny dopravně připojené obce. V analýze a následných návrzích se tedy bude autor zaměřovat pouze na vlastní území města Hradce Králové.

1.2.3 Zdroje a cíle cest v nočních hodinách

Tato část je zaměřena na určení konkrétních zdrojů a cílů cest v nočním období v Hradci Králové. Současně jsou orientačně zmíněny i blízké zastávky, zatím však bez ohledu na konkrétní docházkovou vzdálenost.

Významným zdrojem i cílem cest v nočních hodinách (a obecně po celý den) jsou zastávky, kde je umožněn přestup na „vyšší“ systémy veřejné hromadné dopravy – zde konkrétně na veřejnou linkovou dopravu a železniční dopravu. Hlavními přestupními body v Hradci Králové jsou zastávky Hlavní nádraží (železniční doprava) a Terminál hromadné dopravy (veřejná linková doprava). Dále je vhodné zmínit železniční stanici na Slezském Předměstí, kterou první vlak obsluhuje ve 4:30, poslední pak v 23:17 (což okrajově zasahuje do řešeného období). Spoje veřejné linkové dopravy mají na území města většinou několik zastávek. Část cestujících tedy může vystoupit nebo nastoupit po trase a nevyužije MHD, případně přestoupí na MHD mimo zmíněné přestupní body. Obdobně toto platí pro vybrané vlaky. Návaznosti s „vyššími“ systémy VHD jsou řešeny dále v podkapitole 1.4.

Důležitým zdrojem cest v nočním období jsou různá stravovací zařízení – hospody, bary, kluby, ... Vysoká koncentrace těchto podniků se nachází v historickém středu města. Jedná se o oblast ohraničenou ulicemi Československé armády a Komenského (místními označeno jako „na náměstí“, bez ohledu na to, že v Hradci Králové se nachází několik dalších náměstí). Tyto podniky obvykle nezavírají dříve jak ve 23 hodin, o víkendu jsou některé otevřené třeba i do 2 či dokonce do 4 hodin do rána. Na náměstí MHD obvykle nezajíždí (s výjimkou speciálních linek), cestující proto využívají zastávky Adalbertinum, Komenského, Magistrát města, případně Muzeum a Zimní stadion. Současně lze zmínit Masarykovo náměstí a přilehlé ulice a nábřeží (zastávky Centrální, Ulrichovo náměstí, Střelnice). Další zařízení se nachází i v ostatních částech města, zde již však není taková koncentrace a povětšinou se jedná o „spádové hospody“ pro okolí.

V Hradci Králové je provozováno několik větších nočních klubů. Jedná se zejména o kluby Denoche (ulice Pilnáčkova, zastávka Šimkovy sady) a La Fabrique (ulice Pospíšilova, mezi zastávkami Pyram a Průmyslová škola). Oba zmiňované podniky jsou otevřeny pravidelně pouze v pátek a v sobotu mezi 22. a 5. hodinou. Jsou tedy nejen zdrojem cest v nočním období, ale mohou být i cílem (pokud nějaká akce začíná například až o půlnoci).

Ve městě promítají dvě kina – Bio Centrál (u stejnojmenné zastávky) a multikino Cinestar (zastávka Futurum nebo Mrštíkova). V obou jmenovaných kinech končí poslední promítání v některé dny po 23. hodině. V multikině Cinestar jsou nabízena i noční promítání od 22. hodiny, jež mohou trvat až do 2 hodin do rána (u velmi dlouhých programů). Za příznivého počasí promítá letní kino Širák (poblíž zastávek Zimní stadion a Komenského).

Velké společenské a kulturní akce se konají v kongresovém centru Aldis (lze využít zastávku Kongresové centrum Aldis, případně zastávky Muzeum a Labský most), v kulturním domě Střelnice (poblíž zastávky Střelnice) nebo v kulturním domě Adalbertinum (u stejnojmenné zastávky). Kongresové centrum Aldis nemá v Hradci Králové konkurenci vzhledem k velikosti nabízených prostor a rozsahu služeb. Konají se zde nejrůznější plesy (zejména v období maturitních plesů je centrum poměrně vytíženo), koncerty, ale i firemní akce. V blízkosti se nachází kongresový hotel.

Cílem cest v nočním období jsou pochopitelně i bydliště jednotlivých cestujících. Zde je potřeba uvažovat i dočasná bydliště a krátkodobá ubytování. Studenti Univerzity Hradec Králové mohou využívat Palachových kolejí (zastávka Palachova), pro studenty Univerzity Karlovy jsou k dispozici koleje v ulici Na Kotli (poblíž zastávek VŠ koleje a Hotel Garni). V případě krátkodobého ubytování lze zmínit hotely Černigov (u hlavního nádraží) Alessandria (u stejnojmenné zastávky), Tereziánský dvůr (poblíž zastávek Komenského, Stará nemocnice, Zimní stadion), hotel Grand (u zastávky Adalbertinum) či hotelový dům Academic (zastávka Heyrovského). Další možnosti ubytování jsou nabízeny na Velkém náměstí a v okolí, po městě se nachází několik penzionů o různých kapacitách. Zejména v letním období je oblíbený i kemp Stříbrný rybník (dostupný ze stejnojmenné zastávky). Bydliště může být i zdrojem cest v nočním období, zejména v brzkých ranních hodinách (cesty do práce, přestup na první ranní vlaky).

1.3 Současný provoz MHD v Hradci Králové v nočních hodinách

Denními linkami se pro účely této práce v souvislosti s MHD v Hradci Králové myslí autobusové a trolejbusové linky označené čísly 1 až 27 a 33. Školní a rychlíkové linky do řešeného období nespádají, budou proto dále vynechány. Nočními linkami jsou pak linky

51 až 54, které jsou tak dopravním podnikem přímo označeny. Příloha C obsahuje orientační schéma linek MHD v Hradci Králové.

1.3.1 Denní linky

Do nočního období, zde určeného mezi 23. a 5. hodinou, zasahuje i provoz běžných linek. Příloha E obsahuje zjednodušené grafické zobrazení provozu MHD v nočním období v pracovní dny, mimo nočních linek. Příloha F pak zobrazuje obdobně provoz o víkendu.

Na vybraných běžných linkách provoz postupně „nabíhá“ přibližně od 4:25, u linek 1 a 3 první spoje vyjíždí již ve 4:04, respektive ve 4:15. Oproti pracovním dnům je provoz MHD v období mezi 4. a 5. hodinou o víkendu výrazně redukován. To souvisí pravděpodobně s tím, že spoje v tomto časovém intervalu slouží zejména cestujícím, kteří dojíždí do práce.

V období mezi 23. hodinou a půlnocí jsou provozovány vybrané denní linky. V některých případech se jedná pouze o „dojetí“ spojů, které vyjely před 23. hodinou, případně o spoje slouží pro přiblížení vozidla k dopravnímu podniku. Na některých důležitých linkách jsou vypravovány plnohodnotné spoje i po 23. hodině. Provoz trolejbusových linek 2 a 3 pokračuje i krátce po půlnoci. Rozsah provozu je velmi podobný v pracovní dny i o víkendu, rozdílem je zejména chybějící spoj linky 25 a spoj linky 17, který je provozován pouze v pátek a v sobotu.

1.3.2 Noční linky

Přepravu cestujících v období mezi půlnocí a 4. hodinou ranní zajišťuje celotýdenně jeden pár okružních linek 51 a 52, o víkendu doplněný párem kyvadlových linek 53 a 54 (jedou proti sobě) (10). Příloha G obsahuje zjednodušené grafické zobrazení provozu nočních linek v Hradci Králové.

Na nočních linkách platí speciální tarifní podmínky – všichni cestující platí shodně 30 Kč za nepřestupní jízdenku. Uznávají se pouze nezlevněné časové jízdenky (11) (což dle autorovy osobní zkušenosti „zaskočí“ zejména studenty se školní časovou jízdenkou¹). Avšak při současném jízdním řádu není příliš příležitostí pro přestupy mezi nočními linkami. Pokud by ale chtěl například cestující využít přestup z linky 52 na linku 53 na zastávce Obchodní domy TESCO a ATRIUM, tak musí zaplatit novou třicetikorunovou jízdenku. Cesta například z Lipek k Zimnímu stadionu za 60 Kč je dle názoru autora velmi neatraktivní. Problematiku přestupního (respektive nepřestupního) tarifu bude nutné dále řešit.

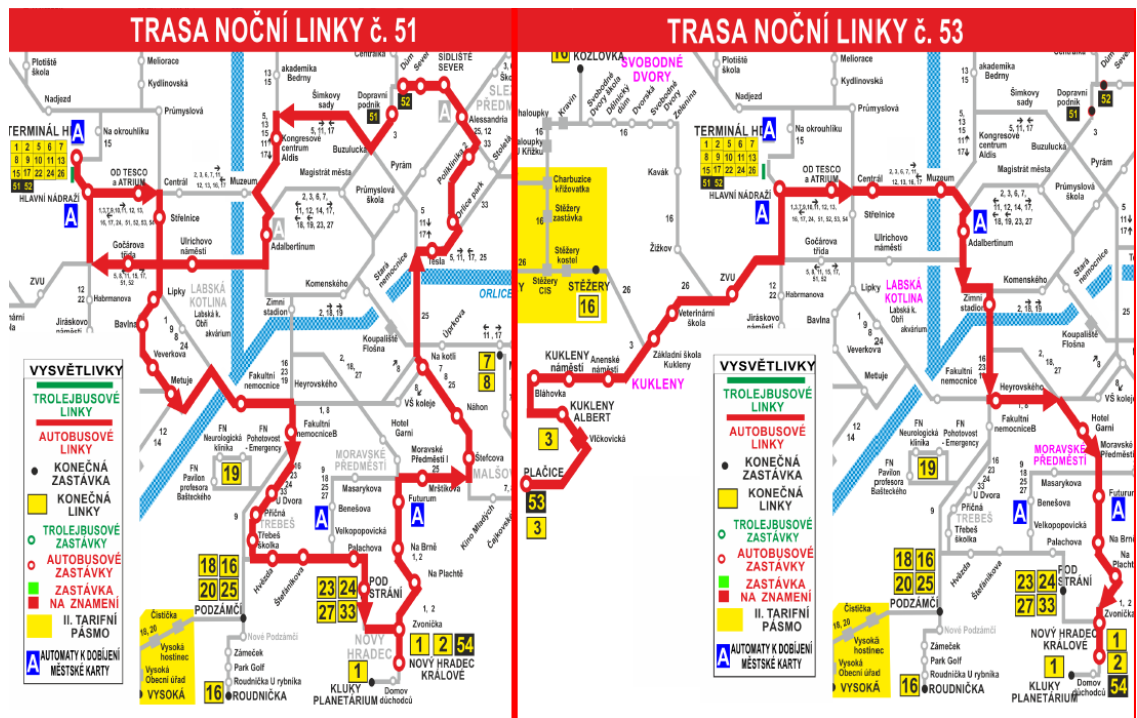
¹ Tento fakt nelze nalézt v tarifu; je pouze zmíněn v dokumentu „Vzory platných jízdenek a průkazů v MHD platné od 1. 6. 2022“

Linky 51/52 jsou řešeny jako okružní na trase Slezské Předměstí sever – centrum – Hlavní nádraží – Pražské Předměstí – Třebeš – Pod Strání – Nový Hradec Králové – Malšovice – Slezské Předměstí jih – Slezské Předměstí sever. Trasa je volena tak, aby linky začínaly i končily u dopravního podniku, tudíž jsou minimalizovány přejezdy bez cestujících. Ovšem jízdní doba ze zastávky Hlavní nádraží do Malšovic nebo na Slezské Předměstí je poměrně dlouhá. To může odrazovat potenciální cestující. Například na trase Hlavní nádraží – Alessandria linka 51 výrazně ztrácí oproti taxislužbě, fyzicky zdatný člověk zde bude uvažovat i o chůzi. Pokud by takto jeli společně 4 lidé, tak se náklady na taxislužbu nebudou příliš lišit od jízdného na noční lince MHD.

O víkendu jsou na lince 51 nabízeny 4 spoje, v pondělí 2 a v ostatní pracovní dny pouze jeden. Na lince 52 jsou provozovány 2 spoje a platí zde jednotný jízdní řád pro všechny dny v týdnu. V červenci roku 2017 došlo k výrazné redukci počtu spojů na linkách 51 a 52 (12). Při této redukci byly na lince 51 o víkendu zrušeny dva spoje, v pracovní den jeden. U linky 52 se redukce týkala dvou víkendových spojů – došlo tak k sjednocení provozu ve všechny dny týdne.

Linky 51/52 jsou o víkendu doplněny jedním párem kyvadlových linek 53/54 na trase Nový Hradec Králové – Moravské Předměstí – centrum – Hlavní nádraží – Kukleny – Plačice. Každý víkendový den jsou nabízeny 3 páry spojů, z čehož pouze první pár obslouží Kukleny a Plačice. Tyto linky tedy vytváří rychlejší přímé spojení na zmíněné trase (než v případě využití linek 51/52). Zároveň je zajištěna obslužnost Kuklen a Plačic, kam linky 51/52 nezajíždí (avšak pouze jedním párem spojů).

Obrázek 1 níže představuje schéma tras nočních linek 51 a 53. Linka 52 je vedena po stejné trase jako linka 51, pouze v opačném směru. Toto platí obdobně pro dvojici linek 53 a 54. Tato schémata jsou součástí jízdních řádů nočních linek. Příloha H se zabývá nočním provozem MHD v dalších vybraných městech.



Obrázek 1 – Schéma tras nočních linek 51 a 53

Zdroj: (13)

Analytická zpráva SUMF (14) hodnotí současný stav nočního provozu MHD „jako neefektivní a neodpovídá velikosti města ani současným moderním požadavkům na kvalitní noční obsluhu města.“ Autor taktéž souhlasí s negativním hodnocením trasování linek 51/52, které „nereflektuje hlavní poptávané přepravní proudy cestujících v nočních hodinách.“ Dle zprávy se jedná o spojení centra s Moravským Předměstím, Slezským Předměstím a Malšovicemi.

1.4 Návaznost MHD a dalších druhů veřejné hromadné dopravy

Pro účely této práce jsou klíčové zejména vlaky s vazbou na noční linky, tedy vlaky, které přijíždí do Hradce Králové nebo odsud vyjíždí přibližně mezi půlnocí a 4. hodinou ranní. Příloha I obsahuje pro doplnění návaznosti v rozšířeném období (celkově období 23:00 až 5:00), jelikož je v analytické části částečně řešen i přesah do denního provozu.

Na základě dat od krajských úřadů Královéhradeckého a Pardubického kraje autor vyhodnotil využití zde řešených vlaků a spojů veřejné linkové dopravy, a to formou ročních průměrů dle jednotlivých dnů v týdnu. Využita byla data z ledna, března, července a října roku 2022. Příloha J obsahuje graf využití zde řešených spojů veřejné linkové dopravy. Započtení jsou pouze ti cestující, kteří jedou z Hradce Králové nebo do Hradce Králové. Příloha K pak obsahuje podobné vyhodnocení pro vlaky, zde je uveden zvlášť graf pro obě stanice na území města a zastávku na Pouchově (ostatní zastávky se v řešeném období

neobsluhují). Při cestování VHD je běžné tvoření přepravních řetězců, kdy cestující během své cesty využije více spojů, někdy i různé druhy dopravy. Proto pokud jeden z článků řetězce chybí, tak cestující VHD obvykle nevyužije. Například pokud by se chtěl obyvatel Pardubic po půlnoci vrátit domů z Hradce Králové, jelikož byl v kině Cinestar na Moravském Předměstí, pak VHD spíše nevyužije, jelikož se nemá jak dopravit na hlavní nádraží. Při zvážení ceny taxislužby na hlavní nádraží (pásmo do 5 km v Hradci Králové je běžně za cca 150 Kč) a ceny IREDO jízdenky (42 Kč) je pro majitele osobního automobilu volba jasná. I proto autor věří, že lepší systém nočního provozu MHD může přilákat nové cestující do systému VHD jakožto celku.

Pro pěší přesun mezi zastávkami Hlavní nádraží (MHD) a Terminál HD se uvažuje 8 minut (klidnou chůzí), pro přesun od zastávky MHD na nástupiště hlavního nádraží 6 minut (včetně nákupu jízdního dokladu, bez nákupu 4 minuty). Mezi nejvzdálenějšími stanovišti zastávky Terminál HD stačí na přesun 2 minuty.

Všechny zde zmíněné spoje veřejné linkové dopravy jedou pouze v pracovní dny. U vlaků naopak platí, že pokud není uvedeno jinak, jedou každý den v týdnu. Údaje v této podkapitole pochází z veřejně přístupných jízdních řádů, platných k 16. 3. 2023 (15).

V této podkapitole jsou řešeny návaznosti na R 957 (z Prahy), Os 6221 (do Pardubic), Os 6220 (z Pardubic) a R 954 (do Prahy). Tyto vlaky jsou klíčové pro návrh jízdních řádů dále v této práci. Cílem autora je, aby nový systém nočních linek zajišťoval návaznost na všechny tyto vlaky.

Poslední rychlík z Prahy (R 957) přijíždí do Hradce Králové ve 23:50. Na něj jsou navázány spoje denních i nočních linek. Celotýdenně je zde možnost přestupu na spoje linek 2 (odjezd 23:58 směr Nový Hradec Králové) a 3 (odjezd 23:57 směr Slezské Předměstí). O víkendu a v pondělí je navíc provozován i spoj noční linky 51 s odjezdem v 0:07 směr Dům L. Z vlaků řešených v této podkapitole má R 957 nejvyšší obsazenost (průměrná sobotní obsazenost 57 cestujících, celotýdenní průměr 43). Dle názoru autora nabídka navazující MHD nedostatečná, jelikož přestup na zde zmíněné spoje linek 2 a 3 je při uvažování spolehlivosti rychlíků z Prahy nejistý.

V 0:26 odjíždí z Hradce Králové Os 6221 do Pardubic (příjezd 0:53), na který prakticky neexistuje využitelná návaznost ze spoje MHD. Pouze o víkendu a v pondělí v 0:05 přijíždí spoj noční linky 51. Ten lze ale využít pouze pro cesty z centra města a malé části Slezského Předměstí. Průměrné využití tohoto vlaku je v sobotu a neděli 15 cestujících, v ostatní dny se průměr pohybuje v rozmezí 2 až 5 cestujících. Konkrétně u tohoto vlaku lze položit otázku, zda by jeho využití nebylo vyšší, kdyby na něj byla lepší návaznost MHD.

Již výrazně lepší jsou přestupní vazby z Os 6220, který přijíždí do Hradce Králové z Pardubic v 1:35. Každý den v týdnu odjíždí v 1:45 od hlavního nádraží spoje linek 51 a 52, které obslouží velkou část města. Ovšem již v podkapitole 1.3 bylo řešeno, že jízdní doba do Malšovic a na Slezské Předměstí není pro cestující příliš atraktivní. O víkendu je nabídka doplněna spojením linky 53 pro zajištění rychlého spojení ve směru Nový Hradec Králové. Vlak Os 6220 je důležitý, jelikož navazuje na vlaky ze směru Praha. Nedělní průměr využití tohoto vlaku dosahuje 34 cestujících a sobotní 22 cestujících, v ostatní dny se průměr pohybuje mezi 6 a 13 cestujícími.

Každý pracovní den vyjíždí z Hradce Králové ve 4:08 R 954 do Prahy. V tu dobu je ve městě nabízen pouze spoj linky 52, který na zastávku Hlavní nádraží přijede ve 3:39. Ovšem tento spoj je takto provozován již více než 10 let, zatímco vlak je nabízen poměrně nově (od prosince 2020). Cestující z nočního spoje tedy musí na nádraží čekat necelých půl hodiny, což navíc při zohlednění trasy linky 52 nelze považovat za dostatečnou vazbu MHD. Průměrné využití tohoto vlaku z Hradce Králové je přibližně 12 cestujících s tím, že maximum nastává v pondělí (přibližně 17 cestujících).

Autor původně plánoval porovnat využití nočních linek a vlaků zmíněných v této části a zkoumat případné souvislosti. Tedy jestli v den, kdy je například vyšší využití R 957, bude i vyšší využití na odpovídajícím spoji noční linky 51. Ovšem dopravní podnik již delší dobu přepravní průzkumy na nočních linkách neprovádí.

Pro potřeby návrhu jízdního řádu bylo vyhodnoceno zpoždění na příjezdu do Hradce Králové na R 957 a Os 6220 za období 24. 11. 2022 až 9. 2. 2023, jelikož přestup z těchto vlaků je základním prvkem nově navrhovaných jízdních řádů. U R 954 a Os 6221, které z Hradce Králové odjíždí, toto není třeba – zpoždění na odjezdu vlaku přestup z MHD neohrozí. Autor vycházel z dat publikovaných ve webové aplikaci vyhledávače spojení IDOS (15). Rychlík 957 má průměrné zpoždění 2,2 minut, v 90 % případů nepřesáhlo zpoždění 1 minutu, v 95 % pak 15 minut. U Os 6220 je situace obdobná, průměrné zpoždění vychází 2,1 minut, v 90 % případů nepřesáhne 4 minuty, v 95 % pak 13 minut.

Dle Plánu dopravní obslužnosti Královéhradeckého kraje 2022–2026 (16) mají být do roku 2026 zavedeny půlnoční víkendové vlaky Hradec Králové – Jaroměř a Hradec Králové – Týniště nad Labem. Autor předpokládá, že tyto vlaky by odjížděly několik minut po půlnoci v návaznosti na příjezd rychlíku 957 z Prahy. Ovšem podobné vlaky již v minulosti byly provozovány například v roce 2009 (17). Otázkou je, zda dojde k naplnění tohoto záměru.

1.5 Koncepce nočního provozu MHD dle strategického rámce rozvoje veřejné dopravy

Strategický rámec rozvoje veřejné dopravy (dále jen SUMF) zpracovaný pro město Hradec Králové obsahuje mimo jiné novou koncepci „noční MHD spočívající v hromadných rozjezdech autobusů nočních linek od Adalbertina a zajišťující tak spojení mezi nejlidnatějšími částmi města včetně návaznosti na noční vlakovou dopravu (18).“

Tato nová koncepce spočívá v provozu 2 tranzitních linek (interval 30 minut před nepracovním, před pracovním dnem 60 minut). Linka N1 je plánována (zjednodušeně) ve trase Nový Hradec Králové – Pod Strání – Futurum – Náhon – Stará nemocnice – Adalbertinum – Centrální – Hlavní nádraží – Terminál HD, 2 spoje za noc dále pokračují do Kuklen a Plačic. U linky N2 se jedná o trasu Truhlářská – Sídliště Sever – Alessandria – Tesla – Kongresové centrum Aldis – Adalbertinum – Lipky – Metuje – Fakultní nemocnice – Benešova – Podzámčí. Dále se připouští rozšíření linky N2 dále do Roudničky a k Letišti (19).

Autor hodnotí nabídku 7 párů spojů v noci před nepracovním dnem a 4 párů před pracovním dnem (do Kuklen a Plačic jen 2 páry celotýdenně) jako poměrně „odvážnou“. Při srovnání se současným stavem se jedná o výrazné navýšení nabídky. Je ovšem otázkou, jestli je v Hradci Králové taková poptávka po přepravě v noci. Zde by se ale mohlo jednat o určitou snahu oslovit co nejvíce cestujících pomocí atraktivního intervalu.

Pozitivně je možné hodnotit nově zavedenou obslužnost části Věkoš a Pouchova a zatraktivnění jízdní doby na Slezské Předměstí. Zlepšena je i plošná obslužnost Moravského Předměstí, zde ale za cenu zhoršení pro Třebeš. Taktéž se zhoršuje dostupnost nočních spojů pro oblast u Hotelu Garni. Pro některé relace se jízdní doba prodlužuje kvůli nutnosti cestovat přes centrum města (například Slezské Předměstí – Malšovice, Malšovice – Pražské Předměstí jih). Jedná se o spíše tangenciální relace, které ale mají v denním provozu přímé spojení.

Co se týče větve linky N2 směr Moravské Předměstí, autoři SUMF upřednostnili trasu přes Benešovu třídu místo průjezdu Třebší. Jako velký nedostatek autor hodnotí fakt, že vedení linky N2 neodráží současnou místní úpravu provozu na třídě Edvarda Beneše – ve směru od Fakultní nemocnice není možné přímo dojet autobusem na zastávku Benešova tak, jak je to v nové koncepci uvedeno. Ani cesta v opačném směru, kterou sice autobusu žádná dopravní značka nezapovídá, není pro takovéto vozidlo příliš vhodná. Část komunikace je zhotovena z panelů, které již byly několikrát vyspravovány. V návrhové zprávě se počítá

s dostavbou Benešovy třídy a celkově změnou napojení Třebše na ulici Zborovská (součástí investiční akce Mileta, uvedení do provozu se předpokládá v roce 2025 (20)). Autor by tedy při respektování současné úpravy vedl linku N2 přes Třebeš, podobně jako je nyní vedena linka 51/52, případně až na Pod Strání. Současně by bylo možné uvažovat převedení linky N1 na Benešovu třídu.

Dále je možné zmínit problém u trasování linky N1 v úseku Stará nemocnice – Komenského – Zimní stadion – Adalbertinum (19). Zastávky v tomto pořadí není možné obsloužit při současné místní úpravě. Bylo by nutné zřídit speciální stanoviště zastávky Zimní stadion v ulici Komenského. Návrhová zpráva SUMF s hranami v ulici Komenského počítá, avšak při rekonstrukci křižovatky Fortna nebyly zřízeny. Je možné, že by se podařilo získat povolení pro zřízení hran v jízdním pruhu, které by byly obsluhovány pouze v nočním období, kdy je nižší intenzita silničního provozu. Autor souhlasí se zrušením obsluhy zastávek Kukleny Albert a Vlčkovická, jelikož se nepředpokládá jejich využití v období provozu nočních linek.

2 NÁVRHOVÁ ČÁST

Druhá kapitola je věnována konkrétním návrhům nočních rozjezdů MHD v Hradci Králové.

2.1 Společná opatření

První podkapitola zahrnuje opatření, která je vhodné využít u všech dále navrhovaných variant. Jedná se spíše o obecné záležitosti pro zlepšení nočního provozu MHD. Tato problematika již byla částečně řešena v autorově bakalářské práci (21).

2.1.1 Zastávky na znamení

Autor navrhuje převést všechny zastávky na nočních linkách do režimu na znamení. Využití jednotlivých zastávek je v nočním provozu obvykle nižší než ve zbytku dne. Dle autorovy osobní zkušenosti se i v současné době praktikuje na nočních linkách spíše „regionální“ způsob obsluhy zastávek. Tím je myšleno, že pokud řidič na zastávce nikoho nevidí a ani nikdo nestojí ve vozidle u dveří, zastávku projede. To lze pozorovat zejména na linkách 51 a 52 v částech trasy s minimální poptávkou. Naopak „městský“ způsob obsluhy zastávek zahrnuje zastavení na každé zastávce (která není na znamení) a otevření dveří bez ohledu na fakt, jestli zastávku chce někdo využít. Převedením všech zastávek do režimu na znamení by se fakticky legalizoval současný neoficiální přístup, který u některých cestujících vyvolává zmatení. Na druhou stranu noční linky mají poměrně krátké jízdní doby a je otázkou, jestli by byly reálně dosažitelné za předpokladu, že by řidiči poctivě zastavili a otevřeli dveře na každé zastávce. Pochopitelně by nebylo vhodné toto aplikovat na centrální přestupní bod a zastávky v točnách, kam vozidlo musí zajet a kde by mohlo současně hrozit přehlédnutí cestujících.

Celkově by bylo možné uvažovat o rozšíření tohoto opatření na časové období například 21:00 až 6:00. Zde by ovšem bylo větší riziko odmítnutí ze strany cestujících. Zejména starší lidé mívají obavy, že nestihnou včas zmáčknout tlačítko signalizace, případně že je řidič neuvidí, pokud sedí v přístřešku zastávky.

Zhodnocení: Zmíněné opatření umožní (oficiálně) nezastavovat na zastávkách, kde nebude požadavek na nástup nebo výstup. Tím se jednak šetří pohonné hmoty, ale i čas – vozidlo nemusí zbytečně zastavovat a poté se rozjíždět. Podobný přístup je využíván například i v blízkých Pardubicích. Vyřešil by se tím i současný „mezistav“ – zastávky oficiálně nejsou na znamení, ale někdy se obsluhují, jako by byly. I autor osobně raději

využívá na nočních linkách tlačítko signalizace pro výstup, i když to oficiálně není třeba. Zavedení tohoto opatření nevyžaduje vynaložení přidaných nákladů.

2.1.2 Tarif

Současný tarif na nočních linkách v královéhradecké MHD je nepřestupní, což již autor řešil v části 1.3.2. Nepřestupní tarif je velmi výraznou překážkou pro využití systému s centrálním přestupním bodem. Proto autor navrhuje zavedení časové platnosti jízdenky na noční lince tak, že platí 60 minut od okamžiku nákupu (jako běžná jízdenka zakoupená u řidiče). Jízdné by tak bylo **plně přestupní**.

Je zde i otázka nutnosti speciálního tarifu pro noční linky. Cena 30 Kč bez ohledu na způsob platby a neakceptování zlevněných časových jízdenek může některé cestující odradit. Například v Pardubicích je taktéž zaveden speciální tarifní režim na nočních linkách (při využití bezhotovostní platby je zde sleva 5 Kč), naopak v Praze a Brně platí běžné jízdní doklady. Zde je ale nutné zmínit fakt, že jednorázové jízdné je v obou zmíněných městech obecně dražší. Autor předpokládá, že v Hradci Králové jsou noční linky považovány za určitou nadstandardní službu s nižším využitím, a proto je zde zaveden dražší tarif – menší počet cestujících se musí „složit“ na jízdu. Dle názoru autora by však bylo vhodné lépe upozornit na skutečnost, že na noční lince neplatí zlevněné časové jízdné. Za vzor lze využít Dopravní podnik města Pardubic, který toto zmiňuje přímo v jízdním řádu. Autor by současně zvažoval i zavedení slevy při využití městské karty, jako je tomu v Pardubicích (například zmiňovaných 5 Kč). Tím se urychlí a zjednoduší odbavení – odbavení městskou kartou je rychlejší než platba v hotovosti nebo platební kartou.

2.1.3 Využití manipulačních jízd

V této části je řešeno využití manipulačních jízd pro přepravu cestujících. Poslední spoje linek 12/22 (23:43 z Březhradu) a 16 (23:44 ze Stěžer) mají v jízdním řádu uvedenou poznámku „přímo na Hlavní nádraží a do vozoven“, další spoje na různých linkách mají poznámku „jede do vozoven“ (avšak bez informace, kam až může běžný cestující spoj využít). Autor předpokládá, že v nočním, ale i ve večerním období, kdy je provozován nižší počet spojů, se každý spoj navíc „počítá“, proto navrhuje lepší využití těchto vynucených přejezdů. Tomuto tématu se autor věnoval již ve své bakalářské práci (21), kde lze nalézt i návrhy konkrétních jízdních řádů pro poslední spoje linek 12/22, 15 a 16. Zde se pracovalo s přístupem, že vozidlo obslouží všechny zastávky po cestě původní manipulační jízdy v režimu na znamení a pouze pro výstup. Ovšem je možné, že v rámci návrhové části této práce nastane možnost využít vozidla z denních linek jinak.

Dle názoru autora by mohly mít alespoň občasné využití poslední dva spoje linky 2 z Nového Hradce Králové (odjezd 23:57 a 0:19), které oba končí na zastávce Komenského a dále pokračují jako manipulační jízda do vozoven. Bez navýšení počtu ujetých kilometrů by bylo možné obsloužit zastávky po trase manipulační jízdy – Průmyslová škola, Pyram, Alessandria, Sídliště Sever, Sever střed a Dům L. Tím by bylo zajištěno například spojení ze zastávky Futurum na Slezské Předměstí po půlnoci, jelikož některá promítání v kině Cinestar mohou končit i po půlnoci. O víkendu a v pondělí je v současné době možné využít linku 51 s odjezdem 0:31 od Futura, v ostatní dny až ve 2:09. V podobném režimu lze využít i poslední dva spoje linky 4 z Pod Strání (19:52 a 20:22) nebo spoj linky 21 z Plachty (21:36).

Využití manipulačních jízd musí mít určitou rozumnou hranici. Není potřebné, aby několik minut po sobě jela 3 vozidla stejnou trasu. Proto se k přepravě cestujících využije jen jedno z nich.

2.2 Výběr bodu rozjezdu

V této podkapitole je řešen výběr konkrétního „bodu rozjezdu“ (centrálního přestupního bodu). Jako podporu pro jeho určení autor využívá obecné poznatky o integrovaném přestupním bodu, ovšem poloha v každém městě je ovlivněna jeho konkrétními charakteristikami.

2.2.1 Obecné požadavky na přestupní bod

Jako obecné požadavky na polohu integrovaného přestupního uzlu lze uvést: (2)

- a) Poloha ve středu cesty.
- b) Dosažitelnost obchodního centra městskou hromadnou dopravou.
- c) Návaznost na železniční osobní dopravu a veřejnou linkovou dopravu.
- d) Kultura při přestupu cestujících.
- e) Vzhled v souladu s designem MHD, dobře včlenitelný do okolí.
- f) Otevřenost pro případné další rozšíření.

Ad a) Poloha ve středu cesty je důležitá při navrhování klasických systémů integrovaných přestupních bodů, kdy přestupní bod ideálně „půlí“ jednotlivé linky. Často se jedná o centrum města. Taková poloha je výhodná pro cestující, kteří se přepravují v rámci města.

Ad b) V nočních hodinách jsou obchodní centra v Hradci Králové již uzavřena. Zde by autor tento bod upravil na „dostupnost kulturních a stravovacích zařízení s nočním provozem“, případně jiných „bodů zájmu“, které byly řešeny v části 1.2.3.

Ad c) Jedním z hlavních požadavků na noční linky by měla být návaznost na „vyšší“ systémy VHD. Zde autor hodnotí potenciální možnost přestupu na železniční a veřejnou

linkovou dopravu, avšak pouze v souvislostech s nočním provozem. Nemá smysl tedy uvažovat například železniční stanici na Slezském Předměstí.

Ad d) + e) + f) Tyto body souvisí s vlastním vybavením přestupního bodu. Významným faktorem je počet stanovišť zastávky (každé stanoviště mohou obvykle využít až 2 vozidla), případně přestupní vzdálenost mezi jednotlivými stanovišti. Vhodně vybavené jsou zastávky Hlavní nádraží a Terminál HD. Více stanovišť mají i zastávky Magistrát města a Alessandria.

2.2.2 Výběr konkrétní zastávky

Vzhledem k výraznému rozporu mezi požadavky a) a c) z předcházející části 2.2.1 v konkrétních podmínkách Hradce Králové byly zvoleny dva body rozjezdu – Hlavní nádraží a Adalbertinum. Pro každý z nich tak bude vytvořeno variantní řešení. Lze předpokládat, že v případě první varianty bude náročnější řešení vnitroměstských cest, v druhé variantě naopak řešení přestupu na železniční dopravu.

Při výběru dle požadavků a) a b) byly uvažovány zastávky na I. městském okruhu a v jeho bezprostřední blízkosti. Jedná se tedy o Magistrát města, Adalbertinum, Muzeum, Komenského a Zimní stadion.

Zastávka Adalbertinum se nachází v pomyslném těžišti oblasti „nočního života“ v Hradci Králové, čímž splňuje bod b). Jako centrální přestupní bod s ní pracuje i návrhová zpráva SUMF (19). Výhodou umístění zastávky Adalbertinum je vysoká variabilita možných vedení tranzitních linek, současně ji lze považovat za jakýsi „střed města“ – čímž splňuje bod a). Potenciálním problémem je ovšem prostorové omezení – zastávka má pouze 2 stanoviště. V současné době by bylo možné najednou odstavit na zastávce maximálně 4 běžné 12metrové autobusy. Na stanovišti ve směru Magistrát města by teoreticky bylo možné odstavit páté vozidlo, a to před přechodem pro chodce, jelikož záliv je v tomto místě dostatečně dlouhý.

Pro přestup na „vyšší“ systémy VHD (bod c) je v podmínkách Hradce Králové vhodné uvažovat zastávky Hlavní nádraží a Terminál hromadné dopravy. Vzhledem k nízkému počtu spojů veřejné linkové dopravy v nočním období autor preferuje volbu zastávky Hlavní nádraží.

Zastávka Hlavní nádraží se nachází před staniční budovou, díky čemuž je zajištěn přestup na železniční dopravu. Přestup na veřejnou linkovou dopravu je možný na zastávce Terminál HD (ve vzdálenosti přibližně 500 metrů). K dispozici je několik stanovišť pro různé směry, které jsou označeny písmeny. Prostorové omezení zde prakticky není – bylo by možné zde najednou obsloužit více než 10 vozidel. Zastávka tak dobře splňuje body d), e) a f). Nevýhodou ovšem je, že se nachází mimo vlastní centrum města (což komplikuje splnění

bodou a) – tato volba je již méně výhodná pro vnitroměstské cestující. Při cestě například ze Slezského Předměstí na Moravské Předměstí je jízda přes Hlavní nádraží nezanedbatelnou zajižděnkou.

2.3 Metodika návrhu

Tato podkapitola je věnována metodice návrhu linkového vedení pro noční provoz MHD v Hradci Králové. Základ metodiky vychází z optimalizačního modelu linkotvorby pro problém návrhu soustavy linek (Routing and Frequencing), kterou autor výrazně upravil pro potřeby této práce a specifika nočního provozu. Metodě je věnována podkapitola 10.3 studijní opory pro předmět Teorie dopravy (22). Zjednodušeně lze říci, že autorem navržený optimalizační model vybere skupinu linek, které budou provozovány tak, aby maximalizoval užitek (obsloužit co nejvíce obyvatel) a současně splnil omezující podmínky (počet ujetých kilometrů a počet využitých vozidel). Podrobněji je toto vysvětleno dále v této podkapitole a jejích jednotlivých částech.

Na rozdíl od originálního optimalizačního modelu zde autor nezohledňuje kapacitní omezení. Vzhledem k využití nočních linek ze strany cestujících v současné době se nepředpokládá, že by jakákoliv autorem navržená linka byla pravidelně tak vytížena, že by běžný „sólo“ (12metrový) autobus kapacitně nedostačoval.

Samotný návrh nového systému nočních rozjezdů spočívá v těchto krocích (číslo odpovídá číslu části této podkapitoly):

1. Výběr sítě – redukce základní sítě MHD v Hradci Králové.
2. Příprava vstupních údajů.
3. Generování matic.
4. Vytvoření optimalizačního modelu.
5. Variantní spuštění optimalizačního modelu.
6. Úprava a doplnění řešení autorem.

Bod 5 je několikrát opakován pro získání různých variant dle odlišných požadavků. Zhodnocení je provedeno v samostatné kapitole 3.

2.3.1 Vybraná síť MHD

Při návrhu linkového vedení nočního provozu autor „pracuje“ s celou současnou sítí MHD v prvním tarifním pásmu (tedy území města Hradce Králové), s několika výjimkami. Možnost stanovení nových zastávek speciálně pro noční linky se neuvažuje, připouští se zřízení nového stanoviště již existující zastávky (jako například speciální stanoviště zastávky Zvonička pouze pro noční linku 52). Zřízení takového stanoviště by pochopitelně muselo být v souladu

se všemi požadavky na bezpečnost silničního provozu a nemělo by být investičně náročné (budování nového zálivu). Autor předpokládá vytvoření nových stanovišť pro nástup a výstup cestujících u vozoven dopravního podniku pro spoje, které zde začínají/končí. Pokud by toto nebylo možné, pak by některé spoje musely jet první, respektive poslední mezizastávkový úsek bez cestujících.

Z uvažované sítě jsou vyloučeny „slepé“ úseky. To jsou takové zastávky v prvním pásmu, které se obsluhují pouze v případě, kdy spoj zajíždí do druhého pásma. Obslužení těchto zastávek by vyžadovalo manipulační přejezd do druhého pásma, aby se vozidlo mohlo otočit. Vzhledem k počtu obyvatel v dosahu těchto zastávek by jejich obsluha byla značně nevýhodná. Konkrétně se jedná o zastávky Správcice, Obalovna, Plotišť U Doležalů, Plotišť U Žídků, Kravín, Chaloupky, Chaloupky U Křížku a Svinary Škvárovka. Dále jsou vyloučeny zastávky mimo obytné oblasti, zřizované speciálně pro jeden nebo více podniků – ČKD Plotišť, Březhrad WLC, MAKRO Březhrad a všechny zastávky v areálu Fakultní nemocnice.

Pro účely výpočtů se zastávka Fakultní nemocnice B považuje pouze za stanoviště zastávky Heyrovského. Naopak zastávka Alessandria, která má 6 stanovišť, je pro účely výpočtu rozdělena na 3 samostatné zastávky. Zde je rozdělení na 3 páry stanovišť jednoznačné, současně existuje i místní „zvyklost“, jaký pár stanovišť se při dané trase obsluhuje. Při jakémkoliv trasování kyvadlové linky je vždy možné, aby se při cestě zpět obsloužilo druhé stanoviště z daného páru. Proto i autor dlouhodobě zastává názor, že by zastávka Alessandria měla být rozdělena na 3 samostatné zastávky (jako tomu bylo při rozdělení zastávky Slezské Předměstí cihelna, kdy byla stanovena zastávka Kladská), jelikož současný stav způsobuje zmatení nepravidelných cestujících.

Autor se zaměřuje primárně na autobusový subsystém MHD, jelikož v současné době jsou noční linky provozovány jako čistě autobusové. Do optimalizačního modelu tedy nejsou zahrnuty žádné podmínky, které by zohledňovaly omezení trolejbusové sítě. Na nočních linkách se předpokládá využití běžných autobusů, jako je tomu teď. Vzhledem k nočnímu „pomalému“ nabíjení elektrobusesů jsou na nočních linkách provozovány diesellové autobusy.

2.3.2 Příprava vstupních údajů

Pro práci optimalizačního modelu je potřeba několik vstupů. Vstupní údaje jsou trojího druhu. První skupina údajů je společná pro všechny varianty i podvarianty, typicky se jedná o údaje o dopravní síti a městě. Druhá skupina je společná vždy pro všechny podvarianty v rámci jedné varianty, která je určena vybraným bodem rozjezdu. Konkrétně je tímto vstupem zásobník linek. Třetí skupina je jedinečná pro každou podvariantu a zadá se těsně

před spuštěním modelu ručně, viz část 2.3.5, kde je dělení na varianty a podvarianty řešeno podrobněji.

Jako základ pro přípravu vstupních údajů slouží matice přímých vzdáleností zastávek (změřeno s využitím serveru Mapy.cz (7)) a matice jízdnicích dob. Jízdnicí doby mezi dvěma zastávkami jsou zaokrouhleny na celé minuty a nikdy nejsou kratší než 1 minuta. V některých případech je díky tomu vložena do jízdnicího řádu určitá rezerva. Při stanovení jízdnicích dob autor vycházel buďto z jízdnicích dob současných nočních linek, případně jízdnicí dobu odvodil na základě mezizastávkové vzdálenosti.

Dále je nutné vytvořit zásobník linek, jež budou uvažovány a posuzovány. Autor považuje tuto fázi za kritickou, jelikož stanovení jednotlivých linek je poměrně subjektivní a současně ovlivňuje všechny další kroky. Snahou tedy je navrhnout co nejvíce různých linek a jejich variant, aby měl optimalizační model „široký“ výběr a došlo tedy k minimalizaci subjektivního vlivu autora. Ovšem je nutné brát v potaz fakt, že s každou další linkou se zvyšuje výpočetní náročnost. Proto bylo vytvořeno více linek spíše do „silnějších“ směrů, u kterých je větší pravděpodobnost, že je model vybere. Vzhledem k nastavení účelové funkce, omezení počtem ujetých kilometrů a počtem použitých vozidel je nepravděpodobné, že by model vybral „vesnické“ linky (takto se neoficiálně označují linky s delšími intervaly obsluhující méně osídlené, často odlehlejší části města – typicky linky 11/17). Pro úplnost se ale autor ani těmto linkám nevyhýbal, stejně jako některým „nekonvenčním“ trasováním.

Obrázek 2 představuje ukázkou dvou linek ze zásobníku pro variantu A. Sloupec *Ukm* obsahuje údaje délce mezizastávkového úseku v kilometrech, *CUkm* tyto údaje postupně sčítá. Obdobně fungují sloupce *JC* a *CJD*, kde se řeší jízdnicí doba. Sloupec *Srovnání* obsahuje údaje o jízdnicí době denní linky z místa rozjezdu do dané zastávky. Zásobník linek je propojený se základní databází zastávek, mezizastávkových vzdáleností a jízdnicích dob. Po zadání jména zastávky (případně po výběru z rozevírací nabídky) se automaticky všechny ostatní pole vyplní. Určitým problémem je opačný směr. Tam je opět nutné vyplnit názvy zastávek (případně nastavit odkazy) ručně, jelikož spoje v lichém a sudém směru nemusí obsluhovat stejné zastávky. Toto je podrobněji řešeno v části 2.3.3. Názvy některých zastávek jsou doplněny zkratkou uvedenou v závorce. Takto je u vybraných zastávek přesněji specifikováno stanoviště. To se využilo zejména v případě, kdy je umístění stanovišť složitější, případně by zde byla významná nejednoznačnost při výpočtech.

738A										
Lichý směr						Sudý směr				
CUkm	Ukm	Název zastávky	JD	CJD	Srovnání	CUkm	Ukm	Název zastávky	JD	CJD
0	0	Adalbertinum	0	0	0	0	0	Truhlářská	0	0
0,49	0,49	Magistrát města	1	1	2	0,27	0,27	Věkoše - Slávie	1	1
0,99	0,5	Průmyslová škola	1	2	4	0,72	0,45	Centrálnka	1	2
1,42	0,43	Pyram	1	3	5	1,13	0,41	Dům L	1	3
1,8	0,38	Alessandria (BŠ)	1	4	6	1,39	0,26	Sever Střed	1	4
2,23	0,43	Stoletá	1	5	10	1,84	0,45	Alessandria (M)	1	5
2,68	0,45	Háječek	1	6	10	2,11	0,27	Škola SNP	1	6
3,29	0,61	SLEZSKÉ PŘ.- CIHELNA	1	7	9	2,47	0,36	Slezské PŘ.- nádraží	1	7
3,65	0,36	Slezské PŘ.- nádraží	1	8	8	2,97	0,5	SLEZSKÉ PŘ.- CIHELNA	1	8
4	0,35	Škola SNP	1	9	7	3,47	0,5	Háječek	1	9
4,25	0,25	Alessandria (M)	1	10	6	3,93	0,46	Stoletá	1	10
4,6	0,35	Sídliště Sever	1	11	7	4,4	0,47	Alessandria (BŠ)	1	11
4,83	0,23	Sever Střed	1	12	8	4,73	0,33	Pyram	1	12
5,07	0,24	Dům L	1	13	9	5,19	0,46	Průmyslová škola	1	13
5,47	0,4	Centrálnka	1	14	10	5,73	0,54	Magistrát města	1	14
5,82	0,35	Věkoše - Slávie (KZ)	1	15	11	6,25	0,52	Adalbertinum	1	15
6,23	0,41	Truhlářská	1	16	18					

738B										
Lichý směr						Sudý směr				
CUkm	Ukm	Název zastávky	JD	CJD	Srovnání	CUkm	Ukm	Název zastávky	JD	CJD
0	0	Adalbertinum	0	0	0	0	0	Sídliště Sever	0	0
0,49	0,49	Magistrát města	1	1	2	0,32	0,32	Alessandria (M)	1	1
0,99	0,5	Průmyslová škola	1	2	4	0,59	0,27	Škola SNP	1	2
1,42	0,43	Pyram	1	3	5	0,95	0,36	Slezské PŘ.- nádraží	1	3
1,8	0,38	Alessandria (BŠ)	1	4	6	1,45	0,5	SLEZSKÉ PŘ.- CIHELNA	1	4
2,23	0,43	Stoletá	1	5	10	1,95	0,5	Háječek	1	5
2,68	0,45	Háječek	1	6	10	2,41	0,46	Stoletá	1	6
3,29	0,61	SLEZSKÉ PŘ.- CIHELNA	1	7	9	2,88	0,47	Alessandria (BŠ)	1	7
3,65	0,36	Slezské PŘ.- nádraží	1	8	8	3,21	0,33	Pyram	1	8
4	0,35	Škola SNP	1	9	7	3,67	0,46	Průmyslová škola	1	9
4,25	0,25	Alessandria (M)	1	10	6	4,21	0,54	Magistrát města	1	10
4,6	0,35	Sídliště Sever	1	11	7	4,73	0,52	Adalbertinum	1	11

Obrázek 2 – Ukázka ze zásobníku linek

Zdroj: autor s využitím (7)

Klíčovou funkcí optimalizačního modelu je hodnocení užitku – nejdříve jednotlivých linek, později i celého systému linek. Pokud by byla zaváděna pouze jedna linka, pak by bylo možné řešit ohodnocení přímo jednotlivých zastávek na základě docházkové vzdálenosti (kolik obyvatel se nachází v docházkové vzdálenosti od zastávky). Ovšem při zavádění více linek je nutné uvažovat možnost, že dvě i více linek mohou mít neprázdný průnik obslužených oblastí. Proto by nebylo možné získat užitek celého systému prostým součtem užitků jednotlivých linek. Linkově orientované hodnocení tedy není možné využít. Avšak Hradec Králové má přes 90 000 obyvatel, je tedy prakticky nemyslitelné efektivně vyhodnotit obslužení každého obyvatele zvlášť.

Autor tedy využil přístup, který je praktikovaný v dopravním modelování, konkrétně například ve čtyřstupňovém dopravním modelu. Území celého města je rozděleno na jednotlivé okrsky, každému z nich je stanoveno těžiště. Těžiště má přidělenou váhu, která odpovídá počtu obyvatel, kteří žijí v daném okrsku. Okrsků je řádově nižší počet než budov ve městě. To umožňuje řešit celkový užitek systému součtem přes všechny okrsky (a ne přes

všechny linky). Prakticky to znamená, že se model u každého okrsku „zeptá“, jestli je při zavedení daného systému linek obslužen (bez ohledu na počet linek). Pokud ano, započte jeho váhu do užítku systému, jinak ne. Tímto je zajištěno, že žádný obyvatel (budova) nebude započten dvakrát. Koeficienty zohledňující docházkovou vzdálenost jsou řešeny v následující části 2.3.3, pro přípravu vstupních údajů nejsou podstatné.

Díky tomuto přístupu dochází k zjednodušení, kdy se zohledňuje docházková vzdálenost ze zastávek pouze do těžiště, nikoliv do každého jednotlivého domu. Vzhledem k tomu, že okrsky slouží k řešení pěší docházkové vzdálenosti, určil autor podmínku, že žádná obytná budova nesmí být vzdálena více než 300 metrů vzdušnou čarou od těžiště (v řídkěji osídlených oblastech města se připouští až 400 metrů). Při uvažování větší vzdálenosti by již dle názoru autora nebylo rozdělení na okrsky dostatečně vypovídající, naopak při stanovení nižší hranice by vzniklo velké množství okrsků.

Při stanovení okrsků autor uvažoval zejména bariéry pro pěší a jejich překonávání (mosty přes vodní toky, přechody přes železniční tratě nebo významné komunikace), ale i polohu zastávek a sídelní celky. Bylo by jistě nevypovídající, kdyby byly do jednoho okrsku přiděleny oblasti oddělené řekou s nejbližším mostem ve vzdálenosti 500 metrů (i kdyby vzdušná vzdálenost od těžiště odpovídala stanovené hranici). Autor se takto pokusil rozčlenit celé město s výjimkou obytných budov, které by byly vzdáleny od nejbližší zastávky MHD více jak 1 200 metrů.

Pro určení vah (počtu obyvatel) jednotlivých okrsků byla využita datová sada „Budovy HK – počty obyvatel“ (23), kterou Magistrát města Hradce Králové sdílí ve strojově čitelné podobě jako OPEN DATA (otevřená data, tedy bez jakéhokoliv licenčního omezení). Konkrétně tato datová sada je šířena ve formátu pro geografické informační systémy (dále jen GIS). Data jsou aktuální k 7. 4. 2022². Jako pomocné vrstvy pro lepší orientaci autor využil sady „Pasport pozemních komunikací“ (24) a „Správní rozdělení – hranice městských částí“ (8). Jistou nevýhodou tohoto postupu je, že v datové sadě nejsou zahrnuti obyvatelé, kteří bydlí ve městě, avšak nemají zde hlášený pobyt. Ovšem zde řešený počet obyvatel slouží pouze pro určení váhy jednotlivých okrsků pro účely jejich srovnání mezi sebou. Autor zjednodušeně předpokládá, že odchylka od reálného stavu bude pro všechny okrsky ve městě podobná. Toto zjednodušení by bylo problematické v případě, kdy by autor chtěl odhadovat přímo potenciální počet cestujících.

² V průběhu práce na modelu byla vydána aktualizovaná datová sada (k 3. 11. 2022). Tou dobou již byla ale zapracována předchozí verze. Autor však nepředpokládá výrazné rozdíly mezi jednotlivými verzemi.

Autor zvolil pro práci s datovými sadami software QGIS. V prvním kroku byla vytvořena nová vrstva typu polygon pro vyznačení okrsků, která je propojena s hlavním seznamem okrsků v tabulkové formě pomocí společného pole *Označení*. Tím je zajištěno, že při vyznačení okrsku v QGIS se ke konkrétnímu objektu nahrají odpovídající data. Toto lze využít i k detekci špatně pojmenovaného okrsku. Autor nevyužil softwarovou možnost pro určení těžiště okrsku, jelikož bylo nutné umístit těžiště na komunikaci přístupnou pěším (z těžiště se počítá skutečná docházková vzdálenost při respektování existujících komunikací). Těžiště bylo určeno taktéž s přihlédnutím k rozmístění obyvatel v okrsku. Obrázek 3 obsahuje část atributové tabulky vrstvy okrsků v QGIS. Po vyplnění označení daného okrsku se všechny ostatní potřebné údaje nahrají z propojeného listu aplikace Microsoft Excel.

id	Označení	Okrsky_Oblast	rsky_Pořadové_čís	Okrsky_Název	Okrsky_ID
1	NULL	Březhrad	01	Březhrad - byt...	1
2	NULL	Březhrad	02	Březhrad - za t...	2
3	NULL	Březhrad	03	Nový Březhrad	3
4	NULL	Kukleny	01	Za Škodovkou	4
5	NULL	Kukleny	02	Kukleny - u trati	5
6	NULL	Kukleny	03	Zelená východ	6
7	NULL	Kukleny	04	Zelená západ	7
8	NULL	Kukleny	05	Pražská	8
9	NULL	Kukleny	06	Bláhovka	9
10	NULL	Kukleny	07	Pardubická	10
11	NULL	Kukleny	08	Honkova	11

Obrázek 3 – Část atributové tabulky vrstvy okrsků

Zdroj: autor

Sada „Budovy HK – počty obyvatel“ je typu polygon, pro jednoznačné přiřazení budovy do okrsku (každá budova smí být nejvýše v jednom okrsku) bylo nutné vrstvu transformovat na typ bod. K tomu slouží geometrická funkce centroid, která každou budovu nahradila jediným bodem. Pak bylo možné využít analytickou funkci, která provedla pro každý polygon (okrsek) vážený součet všech bodů (budov) uvnitř, kdy váhou je počet obyvatel dané budovy. Díky tomu, že je vrstva okrsků propojena s tabulkovým seznamem, lze jednoduše provést export výsledků vážených součtů do tabulkové formy. Příloha L obsahuje grafické rozdělení města na okrsky. Na příloženém CD je dostupný obrázek s vyšším rozlišením včetně tabulkového výstupu. Mapové výstupy z GIS v této práci nejsou orientovány přesně na sever. To není chyba, ale přirozená vlastnost Křovákova zobrazení (25).

Obrázek 4 je výstřížkem z aplikace QGIS, který je konkrétně zaměřený na Třebechovickou ulici a okolí. U každé budovy je zobrazeno její číslo popisné a počet obyvatel. Modrou výplň mají budovy s nulovým počtem obyvatel, naopak červenou budovy s 9 a více obyvateli. Současně je zde vidět, že velká část zobrazené oblasti byla přiřazena do okrsku SJ-03 (každý okrsek má vlastní náhodně zvolenou barvu pro lepší přehlednost). Autor má díky otevřeným datům od města možnost dle potřeby podrobně zkoumat libovolnou oblast. Díky vektorové povaze dat lze nastavit libovolné měřítko.



Obrázek 4 – Ukázka z aplikace QGIS, zaměřeno na ulici Třebechovická

Zdroj: autor s využitím (8) (23) (24)

Jelikož zdrojem i cílem cest v nočním období mohou být i jiné než obytné budovy (a dosud prezentovaný postup bral v úvahu pouze počty obyvatel), jsou některé okrsky s významnými zdroji a cíli (viz část 1.2.3) označeny jako nutně obslužené, méně důležité pak mají váhu uměle navýšenou. Optimalizační model tedy bude muset zvolit takovou skupinu linek, aby významné okrsky vždy obsloužil.

Pro ohodnocení ubytovacích zařízení pro účely korekce váhy daného okrsku je využita databáze hromadných ubytovacích zařízení v Hradci Králové (26). Zde jsou jednotlivá ubytovací zařízení intervalově kategorizována dle počtu pokojů a počtu karavanových stání. U menších zařízení (do 10 pokojů) autor uvažuje střed intervalu a průměrně 2 lůžka v pokoji. U větších zařízení se autor snažil konkrétní počty lůžek dohledat. V obou případech je z výsledného počtu pro účely korekce uvažována jedna polovina. Tato úprava zohledňuje

fakt, že ne vždy je obsazena celá ubytovací kapacita, a současně i skutečnost, že váha okrsku neodpovídá přesně skutečnému počtu obyvatel. Vyjmuty jsou domovy mládeže – ubytování se obvykle nesmí v noci „toulat“ po městě.

Každému okrsku byly určeny docházkové vzdálenosti z těžiště k nejbližším zastávkám (do vzdálenosti 1 000 m). Vzdálenost zastávek od těžiště byla měřena jako skutečná po komunikacích přístupných pěším (7).

2.3.3 Generování matic

Pro přípravu a funkci optimalizačního modelu je vyžadováno několik matic, které generuje tabulkový procesor Microsoft Excel na základě vstupů řešených v předchozí části 2.3.2.

Maticе obslužnosti okrsku zastávkou propojuje jednotlivé okrsky (sloupce) a zastávky (řádky). Vyjadřuje, jestli je daná zastávka v docházkové vzdálenosti od těžiště okrsku. V této práci se uvažují 3 úrovně docházkové vzdálenosti: 500 m, 750 m a 1 000 m. V nočním provozu není obecně možné zajistit obsluhu všech zastávek, proto lze uvažovat vyšší docházkové vzdálenosti, než jsou v denním provozu MHD běžné. Vzhledem k tomu, že při stanovení okrsků byla uvažována vzdušná vzdálenost bez ohledu na síť chodníků a ostatních komunikací přístupných pěším, jsou docházkové vzdálenosti zkráceny na 400 m, 650 m a 850 m. Pokud je zastávka vzdálena méně než 401 m od těžiště okrsku, pak se bere, že zastávka plně obsluhuje celý okrsek (koeficient obslužnosti okrsku zastávkou se rovná 1). Pokud se nachází dále, ale méně než 651 m, pak se uvažuje, že obsluhuje okrsek ze 75 %, při vzdálenosti do 851 m pak z 50 %.

Pro jednotlivé linky je vytvořen vektor obslužnosti okrsků linkou, což je vektor koeficientů obslužnosti okrsku danou linkou. U každého okrsku se vybere maximální z koeficientů obslužnosti okrsku zastávkou odpovídajících všem zastávkám dané linky. Fakticky tak dojde k redukci matice na vektor maxim. Tento vektor pak nese informaci, jaké okrsky (a jak dobře) linka obsluhuje. Pro výpočet užítku jedné linky stačí provést skalární součin vektoru vah okrsků a vektoru obslužnosti okrsků linkou. Ovšem předtím je nutné provést u některých zastávek určitou korekci, což je řešeno dále v této části.

Výrazným omezením modelu je schopnost posuzovat pouze jeden směr obsluhy. Vzhledem k předpokládaným proudům cestujících autor při řešení upřednostnil směr z přestupního bodu. U většiny linek to nepředstavuje problém, jelikož obsluhují v obou směrech stejné zastávky. Komplikací jsou zejména zastávky Moravské Předměstí I, Velkopopovická, Sídlíště Sever a Buzulucká. Tato nepřesnost je zjednodušeně vyřešena tím, že pokud je zastávka obsluhována pouze v jednom směru, její užitek se hodnotí jako poloviční.

Pokud by autor chtěl zohlednit trasu a poptávku v obou směrech, pak by to patrně vedlo k vytvoření dvou sad linek. To by bylo proti cíli jednotnosti a jednoduchosti systému, současně by zde bylo riziko nutnosti manipulačních přejezdů.

První tři jmenované zastávky mají pouze jedno stanoviště. Zastávka Moravské Předměstí I je ze všech směrů „obklopena“ poměrně blízkými zastávkami (Futurum, Masarykova, Mrštíkova, Hotel Garni), zde autor nepředpokládá, že by mohla vzniknout nepřesnost. Obdobně je problém vyřešen u zastávky Velkopopovická, pro kterou je stanovištěm pro směr Hotel Garni fakticky stanoviště zastávky Benešova. Vzhledem ke vzdálenostem stanovišť by bylo dle názoru autora logičtější, kdyby zastávka Velkopopovická byla převedena na stanoviště zastávky Benešova a původní stanoviště směr Pod Strání by bylo stanoveno jako samostatná zastávka. Zastávka Sídliště Sever reálně druhé stanoviště pro směr Alessandria má, avšak je umístěno v točně. Vzhledem k blízkosti zastávky Sever střed (cca 150 m) se do točny pravidelnými linkami nezajíždí. Pokud by autor při hodnocení tyto 3 zastávky neuvažoval, pak by to mělo dle jeho názoru minimální dopad. Skutečný problém vytváří pouze zastávka Buzulucká. Ta sice má dvě stanoviště, ale obě jsou umístěna vždy za křižovatkou tak, aby je mohla obsloužit linka 3. Ovšem některé autorovy návrhy linek využívají trasu z ulice Buzulucká na světelné křižovatce doprava směr Šimkovy sady, v tomto směru pak zastávku Buzulucká obsloužit nelze. V blízkosti se nenachází ani přibližně odpovídající náhrada. V opačném směru od Šimkových sadů doleva do Buzulucké obsluha možná je.

V rámci hodnocení užítku zastávky je vhodné zohlednit i jízdní dobu mezi bodem rozjezdu a danou zastávkou. Autor zde uvažuje, že pokud je jízdní doba z bodu rozjezdu na danou zastávku o 10 minut delší, než odpovídá cestě denní linkou, pak atraktivita zastávky klesá na 50 %, pokud o 20 minut delší, pak klesá na 0. Autor zde vychází z faktu, že i když je nutné na nočních linkách tolerovat vyšší jízdní doby (menší přímočarost linek), tak tolerance ze strany cestujících má jisté limity. To lze pozorovat v současné době na obsazenosti linek 51/52 v úseku Nový Hradec Králové – Slezské Předměstí.

Zanesením vektorů obslužnosti jednotlivých linek do matice tak vznikne matice označená jako „ LxO “, kterou využívá model pro výpočty. Řádky matice tvoří jednotlivé linky, sloupce pak okrsky, prvky hodnotí obslužnost daného okrsku danou linkou. Zde se zatím neuvažuje obslužnost více linkami. Matice pro výpočet užítku konkrétního systému se pak získá jednoduše jako výběr těch řádků matice LxO , které odpovídají linkám zařazeným do posuzovaného systému.

Všechny zde zmíněné matice jsou vytvořeny s pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel, pro částečnou automatizaci některých činností v této aplikaci autor využil jednodeskový počítač Arduino a jeho knihovnu Keyboard. Pro účely exportu je vytvořena „hlavní matice“, která vznikla rozšířením matice $L \times O$ o sloupce pro jízdní dobu, délku spoje a užitek každé jednotlivé linky. Linky jsou seřazeny vzestupně dle délky spoje.

2.3.4 Vytvoření optimalizačního modelu

Optimalizační model je vytvořen v jazyce C#. Zdrojový kód je umístěn na příloženém CD, ukázky jsou též umístěny v této části. Program využívá výstup z tabulkového procesoru Microsoft Excel ve formě hlavní matice, vyexportované ve formátu csv (prostý text oddělený středníky). Následně je využita metoda³, která hlavní matici rozdělí na několik dílčích vektorů a matic, které obsahují hodnoty již ve vhodných datových typech. Jednoduchá metoda vypočítá každé lince potřebný počet vozidel při uvažovaném intervalu mezi rozjezdy. Pro zajištění stability jízdního řádu se uvažuje minimální pobyt na konečné zastávce 2 minuty pro každý směr (celkem tedy 4 minuty pro směr tam i zpět dohromady), což současně umožňuje vyrovnat minutové rozdíly mezi lichým a sudým směrem, které se v některých případech objevují. Tabulka 1 shrnuje údaje získané z hlavní matice.

Tabulka 1 – Přehled vstupních údajů modelu importovaných ze souboru csv

Označení	Obsah	Datový typ
JD	jízdní doby spojů jednotlivých linek	jednorozměrné celočíselné pole
PVoz	potřebný počet vozidel na zajištění jednotlivých linek při daném intervalu	jednorozměrné celočíselné pole
VahaOkr	váhy okrsků	jednorozměrné celočíselné pole
Ujkm	délky spojů jednotlivých linek	jednorozměrné pole reálných čísel
NazvyL	názvy jednotlivých linek	jednorozměrné pole textových řetězců
LxO	matice obslužnosti okrsků linkami	dvojitěměrné pole reálných čísel

Zdroj: autor

V základu model funguje velmi jednoduše. Postupně vyzkouší všechny kombinace o nejvýše tolika linkách, na kolik je stanoven limit. To je zajištěno vnořením několika úrovní cyklů s pevným počtem opakování. Formálně autor zapisuje systém jako (a, b, \dots, x) , kdy počet prvků odpovídá nL (počtu linek v systému), a odpovídá číslu linky na pozici nejvyšší úrovně atd. Každé kombinaci je vypočítán užitek. Pokud je tento užitek vyšší, než má dosud

³ Metoda (též funkce, podprogram, ...) je část kódu, kterou lze spustit (zavolat, v anglickém originále „call“) z různých míst v programu, a to i opakovaně. Metody zjednodušují a zpřehledňují zápis zdrojového kódu.

nejlepší varianta, pak se aktuální varianta stává dosud nejlepší (za předpokladu, že splňuje omezující podmínky).

Na pořadí zavedených linek nezáleží – všechny vybrané linky budou zavedeny bez rozdílu a všechny nevybrané nebudou. To snižuje počet možných variant systémů, které je třeba vyhodnotit – místo variací postačuje řešit kombinace, kterých je vždy obecně méně. Při uvažování zásobníku 250 linek je čtyřčlenných variací přibližně 3,8 miliardy, kombinací je „pouze“ cca 159 milionů. Obrázek 5 je ukázkou zdrojového kódu pro výběr optimálního systému o právě 2 linkách.

```
for (int a = PrvniLinka; a < ZnL - 1; a++) //Výběr systému o dvou linkách
{
    Vyblinky = new int[] {a, 0 }; //Poslední linka je zatím neobsazena, ale už teď lze vyzkoušet, jestli se nepřekročí podmínky
    DopravniVikonVozidlaVarianty(Vyblinky, out CDVA, out PVoza, out PrekDV); //Výpočet dopravního výkonu a počtu vozidel
    if (CDVA + MinKm > DopVR) break; //Pokud již teď byl překročen dopravní výkon, nemá cenu zkoušet na prvním místě nic dalšího
    if (PVoza > MPVoz - 1) continue; //Je nutné mít ještě v rezervě minimálně 1 vozidlo, jinak nemá cenu přidávat linku na další pozice
    for (int b = a+1; b < ZnL - 0; b++) //Vyberáme druhou linku
    {
        Vyblinky = new int[] {a, b }; //Vektor vybraných linek
        DopravniVikonVozidlaVarianty(Vyblinky, out CDVA, out PVoza, out PrekDV); //Volání metody, která spočítá DV a poč. voz. této var.
        if (PrekDV) break; //Pokud již byl překročen DV, nemá cenu žádat další kombinaci v této úrovni kontrolovat, vystup do vyššího cyklu
        else if (PVoza > MPVoz) continue; //Pokud je poč. voz. větší, než je přípustné, tuto kombinaci opust, ale pokračuj na této úrovni

        UzV = UzitekSys(Vyblinky, out VektorObsluhy);
        if (UzV > Uz0 && NutnePodminky(VektorObsluhy, Vyblinky))
        {
            Uz0 = UzV;
            OptLinky = new int[] {a, b};
            Vypis(OptLinky, Uz0, CDVA, PVoza, var);
        }
    }
}
```

Obrázek 5 – Metoda pro výběr optimálního systému o právě 2 linkách

Zdroj: autor

Obrázek 6 představuje zdrojový kód metody pro výpočet užítku systému, kterou volá optimalizační metoda vždy v nejnižší úrovni cyklu.

```
static double UzitekSys(int[] Vyblinky, out double[] VektorObsluhy) //Metoda pro výpočet užítku celého systému
{
    double UzS = 0, MaxOO = 0; //Užitek systému a maximální koeficient obsluhy okrsku
    VektorObsluhy = new double[nOkr];

    for (int j = 0; j < nOkr; j++) //Přes všechny okrsky
    {
        MaxOO = MaxObsluhaOkrsku(Vyblinky, j); //Metoda, která hledá maximální koef. obsl. okr.
        if (MaxOO == 1) //Pokud je maximum 1, pak započti celou váhu
        {
            UzS += MaxOO * VahaOkr[j];
            VektorObsluhy[j] = 1;
            continue;
        }
        else if (MaxOO == 0) //Pokud je maximum nula, pak nemá smysl cokoli přičítat
        {
            VektorObsluhy[j] = 0;
            continue;
        }

        VektorObsluhy[j] = MaxOO * (KoefUz - 1) / KoefUz; //Z maxima se uvažuje 9/10
        foreach (int linka in Vyblinky) //Přes všechny vybrané linky
        {
            VektorObsluhy[j] += Lx0[linka, j] / KoefUz; //Do vektoru obsluhy se postupně nasčítá 1/10 koeficientů obsluhy
            if (VektorObsluhy[j] >= 1) //Vektor obsluhy obsahuje pouze čísla v rozmezí <0;1>
            {
                VektorObsluhy[j] = 1;
                break;
            }
        }
        UzS += VektorObsluhy[j] * VahaOkr[j]; //Užitek systému je skalární součin vektoru obsluhy okrsků a jejich vah
    }
    return UzS;
}
```

Obrázek 6 – Metoda pro výpočet užítku celého systému

Zdroj: autor

Stovky milionů kombinací jsou stále poměrně vysoké číslo, proto je třeba do modelu vložit určitou optimalizaci výpočetního času. Cílem je, aby se co nejméně volala metoda, která vypočítává užitek celého uvažovaného systému, jelikož je výpočetně náročná. Tato metoda vypočítá užitek tak, že sečte dílčí užítky získané za obsluhu každého okrsku řešeným systémem linek. Metoda je sama optimalizována tím, že pokud při průběžném součtu přesáhne koeficient obsluhu konkrétního okrsku 1, pak nemá smysl dále počítat a přímo se nastaví 1. Naopak pokud se předtím zjistí, že jednotlivé koeficienty obslužnosti daného okrsku linkami ze systému jsou všechny 0, pak se nastaví užitek tohoto okrsku na 0.

Optimalizovat výpočetní čas významně pomáhají omezující podmínky. Jednotlivé linky jsou v zásobníku seřazeny dle dopravního výkonu vzestupně. To má velký potenciál pro nezanedbatelnou úsporu výpočetního času. Například pokud je obecně systém 4 linek určen jako (a, b, c, d) a zjistí se, že tento systém překročil limit dopravního výkonu, pak nemá smysl testovat další linku po d na nejnižší pozici a je možné předat řízení cyklu na vyšší úrovni, jelikož každá další kombinace má nutně stejný nebo vyšší dopravní výkon. Přejíždí se tak na systém $(a, b, c+1, d^*)$ – linky a a b jsou stále fixovány, na třetí pozici se přešlo na další linku po c , čtvrtá pozice se inicializuje opět od začátku bez ohledu na předchozí d . Pokud ovšem už systém $(a, b, c, 0)$, kde 0 je označení „nulové“ linky s nulovým dopravním výkonem i užitek, překročí limit dopravního výkonu (včetně započtení rezervy pro nejkratší možnou linku), nemá smysl na nejnižší úrovni cokoli testovat. Obdobně lze toto provést pro vyšší úrovně – pokud systém $(a, b, 0, 0)$ překročí limit dopravního výkonu, nemá smysl vstupovat do nižších úrovní. Tento přístup se podobná metodě větví a mezi.

Jako doplňková podmínka při optimalizaci slouží i maximální počet vozidel společně s faktem, že každá linka vyžaduje minimálně jedno vozidlo. Zejména pokud je krátký interval a nižší počet vozidel, tak jednotlivé možnosti poměrně „prořídnou“. Princip je zde takový, že pokud je řešen systém 4 linek (a, b, c, d) , který vyžaduje více vozidel, než je povoleno, pak se přechází v dané úrovni na další systém $(a, b, c, d+1)$ – nemá ani smysl počítat užitek. Pokud už systém $(a, b, c, 0)$ využívá tolik vozidel, že pro linku na nejnižší úrovni nezbyvá ani jedno, pak nemá smysl do nejnižší úrovně sestupovat a přechází se na systém $(a, b, c+1, 0)$. Takto lze pokračovat i výše, tedy pokud systém $(a, b, 0, 0)$ využívá tolik vozidel, že pro linky na nižších úrovních nezbyvají 2 vozidla (1 pro každou), pak nemá smysl do nižších úrovní ani sestupovat. Obrázek 5 toto demonstroval na příkladu systému o dvou linkách. Obrázek 7 obsahuje ukázkou metody pro výpočet dopravního výkonu a počtu vozidel konkrétního systému. Tato metoda je často volána z různých míst kódu.

```

static void DopravniVykonVozidlaVarianty(int[] VybLinky, out double CDVA, out int PVozA, out bool PrekDV)
{
    CDVA = 0; PVozA = 0; PrekDV = false; //Celkový DV, počet vozidel, informace o překročení DV
    foreach (int linka in VybLinky) //Přes každou z vybraných linek
    {
        CDVA += Ujkm[linka]; //Nasčítej dopravní výkon
        PVozA += PVoz[linka]; //Nasčítej počet vozidel
        if (CDVA > DopVR) //Pokud už teď byl překročen maximální DV, nemá cenu pokračovat
        {
            PrekDV = true; //Ulož informaci o překročení limitu DV
            return;
        }
    }
}

```

Obrázek 7 – Metoda pro výpočet dopravního výkonu a počtu vozidel

Zdroj: autor

Problematická je otázka obslužení jednoho okrsku více linkami v systému s jedním bodem rozjezdu. Rozhodně není možné tvrdit, že okrsek je stejně dobře obslužen dvěma linkami se zastávkami vzdálenými 651 až 850 m od těžiště (koeficient obslužnosti 0,5), jako by byl jednou linkou se zastávkou ve vzdálenosti do 401 m (koeficient obslužnosti 1). Není tedy možné koeficienty jednoduše sečíst, navíc model nedokáže zohlednit vzájemnou „polohu“ tras linek. Současně ale autor nechce uvažovat pouze maximální koeficient, jelikož obslužení více linkami může znamenat dílčí zlepšení užitku vzhledem k tomu, že se zde pracuje s okrsky místo s jednotlivými budovami. Proto se výsledný koeficient obslužnosti okrsku v systému vypočítá jako součet maximálního z koeficientů obslužnosti okrsku linkou a jedné desetiny zbývajících koeficientů. Přirozeně musí být koeficient obslužnosti okrsku vždy nejvýše roven 1.

Model je vytvořen tak, že umožňuje zavedení systému s nejvýše 6 linkami. Vzhledem k předpokládaným omezením dopravního výkonu a počtu vozidel je tento počet více než dostačující. Ovšem v případě potřeby je poměrně jednoduché tento počet navýšit. Každá další linka v systému ale výrazně navyšuje výpočetní čas.

Autor původně uvažoval o využití doplňku Řešitel pro Microsoft Excel, avšak ten má pro toto konkrétní využití několik omezení. Jednak by nebylo možné uvažovat takto složité sčítání užitek při obsluze okrsku více linkami, tento doplněk obecně také není vhodné využívat v modelech se složitějšími funkcemi typu MAX a MIN, KDYŽ, ... Současně je zde limit proměnných stanoven na 200, což autorovi nepostačovalo, jelikož každá linka vyžadovala jednu proměnnou (binární proměnná linka bude/nebude zavedena).

2.3.5 Variantní spuštění optimalizačního modelu

V podkapitole 2.2 byly určeny dvě hlavní varianty dle umístění bodu rozjezdu. Každé variantě nutně odpovídá odlišný zásobník linek.

Jednotlivé podvarianty se liší vstupními údaji modelu, tedy dopravním výkonem jednoho rozjezdu, intervalem rozjezdů, maximálním počtem uvažovaných linek a využitých vozidel. Pokud není v podvariantě zaveden pravidelný interval, zadá se nejkratší čas mezi dvěma po sobě následujícími rozjezdy. Jednotlivé podvarianty se liší i počtem rozjezdů za týden, tento údaj však nevstupuje do modelu přímo.

Při stanovení maximálního dopravního výkonu jednoho rozjezdu autor vycházel z dopravního výkonu za běžný týden (5 pracovních dní, sobota a neděle). Klíčovou otázkou tedy pokaždé je, na kolik rozjezdů se daný týdenní limit rozdělí neboli kolik rozjezdů za týden bude – méně kratších spojů častěji nebo více delších spojů s delším intervalem. Autor má za cíl vytvořit přehledný a pro cestující příjemný systém. To znamená, že by ideálně měly být všechny linky celotýdenně provozovány ve stejné trase s jednotným intervalem. Rozdíl mezi víkendem a pracovním dnem by měl být pouze v délce intervalu. Toto ovšem nemusí být dosažitelné zejména v druhé podvariantě, která je omezená poměrně nízkým počtem ujetých kilometrů.

Vždy je ovšem nutné uvažovat, že jeden rozjezd znamená cestu tam i zpět. Model dokáže pracovat pouze s jedním směrem, což již bylo řešeno v části 2.3.3, proto se uvažuje lichý směr (z bodu rozjezdu). Sudý směr by ovšem měl mít velmi podobnou délku trasy spoje i jízdní dobu. Dopravní výkon jednoho rozjezdu je proto polovinou týdenního dopravního výkonu děleného počtem rozjezdů za týden. Do tohoto limitu se nezapočítávají manipulační jízdy a pomocné spoje, jelikož jejich zapojení do optimalizačního modelu by bylo velmi obtížné. Autor vždy počítá s určitou rezervou pro manipulační jízdy a výpomocné spoje.

Označení podvarianty se vždy skládá z písmena, které značí bod rozjezdu (H pro Hlavní nádraží, A pro Adalbertinum) a pořadového čísla. Zejména u podvariant s nižší hranicí počtu ujetých kilometrů se může stát, že nebudou využita všechna dostupná vozidla. Počet ujetých kilometrů i nasazených vozidel je pro oba body rozjezdu vždy stejná. Například zadání varianty A1 i H1 se tedy liší pouze v umístění bodu rozjezdu.

Podvarianta 1 vychází z omezení současného stavu, který představuje dopravní výkon přibližně 646 km za týden (15) (7). Pracuje tedy s otázkou „Co můžeme zlepšit, pokud nechceme navýšit náklady?“ Uvažuje se jistý minimální standard, který by v podmínkách Hradce Králové měl představovat zajištění přestupních vazeb na osobní železniční dopravu. To znamená nutnost zavedení 2 sjezdů a 2 rozjezdů. U varianty s přestupním bodem u Adalbertina je nutné ještě uvažovat „spojovací“ linku k hlavnímu nádraží. Při zachování určité rezervy pro možnost úprav a korekcí vychází dopravní výkon na jeden rozjezd 22 km

při maximu 3 linek a 3 vozidel s nejkratší dobou mezi spoji 65 minut. V takto minimalistické variantě není možné zavést systém typu Lindau Modell.

Podvarianta 2 opět vychází z týdenního dopravního výkonu současného stavu, ovšem zde se uvažuje, že o víkendu budou nabízeny na každé lince 4 páry spojů. V tomto případě vychází limit dopravního výkonu na jeden rozjezd 17 km, opět se uvažují maximálně 3 linky se 3 vozidly, interval je stanoven na 60 minut. Současně vznikla i doplňková kompromisní podvarianta 3, která využívá linkové vedení z podvarianty 1 a počet rozjezdů z podvarianty 2. Zde by již došlo k navýšení dopravního výkonu.

Podvarianta 4 využívá návrh ze SUMF jakožto hranici počtu ujetých kilometrů a počtu využitých vozidel. Zde se uvažují nejvýše 4 linky s nejvýše 4 vozidly s minimálním intervalem 30 minut. Dle návrhu by v provozu byly 4 páry spojů ve všední den a 7 párů o víkendu, tedy 34 rozjezdů za týden. Celkový dopravní výkon návrhu (bez manipulačních jízd, které se v SUMF neřeší) je 1 503 km (7) (19). Limit na jeden rozjezd je tedy 22 km.

Dle autorova názoru jsou 4 páry spojů v noci, která předchází pracovnímu dnu, a dopravní výkon přes 1 500 km v podmínkách Hradce Králové až příliš „velkorysé“. Proto zde zavádí i podvariantu 5, která celkový dopravní výkon snižuje na 1200 km (přibližně dvojnásobek podvarianty 1) a více ho „koncentruje“ do víkendového provozu, který má dle autora větší potenciál (z podvarianty 4 zůstává požadavek na 7 párů víkendových spojů). Uvažovaných 1 200 km se zde rozdělí na 24 rozjezdů (2 páry spojů v pracovní den, 7 párů o víkendu), na jeden rozjezd tedy vychází 25 km. Autor zde navýšil maximální počet linek na 5 a počet vozidel na 6.

Autor si je vědom toho, že variabilní náklady se v dopravě obvykle dělí na náklady závislé na ujeté vzdálenosti (což jsou typicky pohonné hmoty a oleje) a na náklady závislé na čase (například na počtu hodin provozu – typicky personální náklady na řidiče). Ovšem zohlednění obou složek by bylo v modelu poměrně složité. Při provozování veřejné hromadné dopravy v závazku veřejné služby je běžné, že se náklady přepočítávají na 1 kilometr dopravního výkonu. Autor tedy v optimalizačním modelu upřednostnil podmínky vztažené k dopravnímu výkonu. Při zhodnocení navrhovaných systémů (kapitola 3) je opět uvažován nejen dopravní výkon, ale i počet hodin provozu, respektive počet hodin práce řidiče.

2.3.6 Úprava a doplnění řešení autorem

Model by měl vždy sloužit pouze jako podpora při rozhodování. Proto i zde autor uvažuje s ručními zásahy do řešení, zejména pak u variant s nižším limitem dopravního výkonu. Výstupem modelu je pouze to, jaké linky je třeba zavést při zadaném dopravním výkonu,

avšak samotná tvorba jízdního řádu modelem řešena není (jedním ze vstupních údajů modelu je však minimální rozestup mezi dvě po sobě následujícími rozjezdy).

Součástí jednotlivých variant tak je i rámcový návrh jízdního řádu. Zde se autor snažil zajistit primárně návaznosti na vlaky. V podvariantách s větším počtem rozjezdů jsou vkládány k základním spojům (navázaným na vlaky) další. Je snaha zajistit pravidelný interval, avšak toto není nepřekročitelnou podmínkou. Někdy je využit i kratší časový rozestup mezi spoji, než byl původně zadán v modelu, pokud je to možné. Autor při návrhu jízdního řádu přibližně respektuje časovou polohu druhého spoje současné noční linky 52 (příjezd do zastávky Dopravní podnik ve 3:50), který slouží pro svoz řidičů do dopravního podniku. To i za cenu toho, že to v některých řešeních znamená delší čekání pro cestující na první rychlík do Prahy. Současně se zde pracuje s předpokladem, že větší poptávka bude spíše „z kraje“ noci, tedy v období 0:00 až 1:30 než později. Tomu odpovídá i rozložení jednotlivých spojů v čase u podvariant, kde bylo možné nabídnout více spojů.

Zejména u podvariant s nižším počtem rozjezdů, kde nebylo možné zajistit systém rozjezdů ve formě Lindau Modellu, autor v tomto kroku doplnil „pomocné“ spoje. Tyto krátké spoje slouží k propojení zastávky Hlavní nádraží a centra města. U těchto podvariant mají vozidla často nezanedbatelné prostoje, které je možné takto využít. V některých případech byly přidány další spoje za účelem lepšího využití manipulačních jízd. Naopak u vybraných spojů bylo několik posledních zastávek označeno jako pouze pro výstup. Na nich se nepředpokládá nástup, a pokud je vozidlo prázdné a následují už výlučně jen zastávky pouze pro výstup, může spoj ukončit jízdu dříve a ušetřit tak dopravní výkon. Toto řešení se dá s výhodou využít, pokud by měl následovat manipulační přejezd.

V současné době je zastávka Terminál HD obsluhována linkami 51 a 52 „závlekm“ ze zastávky Hlavní nádraží. Autor tento závlek v optimalizačním modelu zanedbal, jelikož by to u každé linky, která obsluhuje zastávku Hlavní nádraží, vyžadovalo vytvoření variant se závlekm a bez něj. Ve variantě H, kde všechny linky obsluhují zastávku Hlavní nádraží, by to znamenalo uvažovat místo 250 linek 500.

Je snaha, aby se výsledný dopravní výkon systému po úpravách příliš nelišil od původního limitu, stanoveného v části 2.3.5. Model vytváří systém bez vazeb na budoucí jízdní řád, který je ovlivněn již zmíněnými přestupními vazbami a dalšími požadavky (svoz řidičů dopravního podniku). Splnění těchto požadavků často vyžaduje navýšení dopravního výkonu nebo krátkodobé využití vozidla navíc. Změny jízdního řádu na železnici by vyžadovaly i úpravy v jízdním řádu nočních spojů, čímž by mohlo dojít ke snížení i zvýšení uvažovaného dopravního výkonu. Omezující podmínky jednotlivých podvariant (viz část 2.3.5) jsou

nepřekročitelné pouze pro optimalizační model, při následné úpravě a doplnění autorem se připouští odchylky. Pokud by dané omezující podmínky byly nepřekročitelné i pro následné doplnění autorem, pak by bylo nutné již v optimalizačním modelu počítat s vyšší rezervou, jejíž určení by bylo obtížné.

V tomto kroku může docházet i k úpravě jízdních řádů denních linek a jejich turnusů z důvodu efektivnějšího využití vozidel. Typicky se může jednat o poslední spoje, které po trase linky obslouží pouze část zastávek a dále pokračují do vozoven (nebo obdobně naopak u prvních spojů). Tím dochází k úspoře dopravního výkonu, což může například kompenzovat navýšení, které bylo popsáno v předchozím odstavci.

Autor v této práci využívá sloupcovou podobu jízdních řádů. Ta je sice běžná zejména v regionální a dálkové dopravě, ovšem hodí se pro linky s nižším počtem spojů, ale větší variabilitou tras. Při zavedení do reálného provozu by byl vytvořen jízdní řád ve formě, jako mají ostatní linky v královéhradecké MHD. Vzhledem k prostorovému omezení autor neoznačil v jízdním řádu zastávky na znamení, avšak autor respektuje opatření z části 2.1.1, kde je problematika zastávek na znamení řešena.

2.4 Varianta Hlavní nádraží

V této variantě je za bod rozjezdu zvolena zastávka Hlavní nádraží. Tím je zajištěn dobrý přestup na železniční dopravu, ovšem poloha mimo centrum města prodlužuje některé vnitroměstské cesty.

U varianty s rozjezdem ze zastávky Hlavní nádraží je významným problémem příjezd R957 z Prahy ve 23:50 a odjezd Os 6221 do Pardubic v 0:26. S určitou rezervou na zpoždění by měl být rozjezd od Hlavního nádraží cca v 0:05, ovšem to by vozidla musela přijet již v 0:02. Cestující na vlak 6221 by tedy museli čekat přes 20 minut. Opačně kdyby spoje přijely v 0:15, tak by s ohledem na přestupy mohly odjíždět nejdříve v 0:18, což je pro cestující z R957 poměrně pozdě. U podvariant s delšími rozestupy mezi spoji autor toto řešil využitím dalšího vozidla s tím, že nebude zajištěn přestup mezi příjíždějícími a odjíždějícími spoji.

2.4.1 Podvarianta H1

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 22 km, maximálně 3 linky a 3 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 65 minut. Jako optimální byly zvoleny linky 137B (Hlavní nádraží – Muzeum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 256B (Hlavní nádraží – Adalbertinum – Magistrát města – Zimní stadion – Futurum – Nový Hradec Králové) a 402A (Hlavní nádraží – Habrmanova – Metuje – Fakultní nemocnice – Třebeš školka – Masarykova – Mrštíkova – Kino Mladých –

Malšovice-U Čechů). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92 a 93. Příloha N obsahuje podrobnější linkové vedení a návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení a tabulky turnusů. Na přiloženém CD jsou k dispozici jízdní řády a schémata ve vyšším rozlišení. U ostatních podvariant nejsou z prostorových důvodů jízdní řády a tabulky turnusů součástí příloh, nachází se pouze na CD.

Základ tvoří 2 páry spojů u každé linky – spoje 1 a 3 vždy slouží k rozvozu od vlaku R 957 z Prahy, respektive Os 6220 z Pardubic. Spoje 2 a 4 naopak slouží pro zajištění přestupu na Os 6221 do Pardubic, respektive R 954 do Prahy. Spoj 4 sice přijíždí k hlavnímu nádraží poměrně brzy, avšak zde byla respektována i potřeba zajištění svozu řidičů dopravního podniku, proto byla přibližně zachována časová poloha druhého spoje současné linky 52.

Spoje 1 vždy zajišťuje jiné vozidlo než spoje 2, 3 a 4. Toto vozidlo poté pokračuje do vozoven (u linky 93 je proto spoj 1 prodloužen). U spojů 1 je vždy závěr trasy veden v režimu pouze pro výstup, jelikož je zde potenciál pro úsporu dopravního výkonu. Spoje devadesátkové řady jsou doplňkové, přidány autorem pro využití manipulačních jízd nebo spojení centra města se zastávkou Hlavní nádraží (k tomu byla využita linka 91).

Obě dvě vozidla na lince 91 začínají i končí na zastávce Dopravní podnik. Bylo by tedy možné využít libovolné dostupné vozidlo. Linka 92 má velmi podobnou trasu jako současná linka 2. Proto je možné tři spoje na lince 2 nahradit spoji v podobných časových polohách linky 92. Obdobně na lince 93 lze využít poslední spoj linky 7 z Malšovic. V tomto případě sice nebude plnohodnotně nahrazena celá trasa spoje, ovšem původní spoj jede pouze do zastávky Stará nemocnice a dále do vozoven bez cestujících. Problémem je, že linky 2 i 7 jsou trolejbusové, ale linky 92 a 93 autobusové, proto je nutné „stáhnout“ trolejbusy z těchto linek o jeden obrát dřív. Pro náhradu lze využít například vozidla z posledního spoje linek 11 (příjezd na Terminál HD ve 23:26) a 10 (nově nepojede ze zastávky Plotiště škola do vozoven, ale dojede až na Terminál HD, kde vyčká na čas odjezdu). Tabulka 2 obsahuje souhrn provedených změn na denních linkách.

Tabulka 2 – Opatření na denních linkách H1

Linka	Z	Odjezd	Do	Opatření
2	Terminál HD	23:34	Nový Hradec Kr.	Jede autobus z 11, původní vozidlo do vozoven
2	Terminál HD	23:57	Nový Hradec Kr.	Nejede, nahrazeno 92/1
2	Nový Hradec Kr.	23:57	Komenského	Nejede, nahrazeno 92/2
2	Nový Hradec Kr.	0:19	Komenského	Nejede, nahrazeno 92/92
7	Terminál HD	23:30	Malš.-U Čechů	Jede autobus z 10, původní vozidlo do vozoven
7	Malš.-U Čechů	23:51	Stará nemocnice	Nejede, část. nahrazena 93/2
10	Terminál HD	22:33	Plotiště škola	Jede až na Terminál HD

Zdroj: autor

Podvarianta H3 sdílí s touto podvariantou linkové vedení i opatření na denních linkách, proto jí není věnována samostatná část v této podkapitole.

2.4.2 Podvarianta H2

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 17 km, maximálně 3 linky a 3 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 60 minut. Jako optimální byly zvoleny linky 137C (Hlavní nádraží – Muzeum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever), 400A (Hlavní nádraží – Habrmanova – Metuje – Fakultní nemocnice – Třebeš školka – Pod Strání – Nový Hradec Králové) a 240B (Hlavní nádraží – Adalbertinum – Magistrát města – Na Kotli – Kino Mladých – Malšovice-U Střelnice). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92 a 93. Příloha O obsahuje schéma linkového vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na příloženém CD.

K základním spojům, navázaným na vlaky a provozovaným celotýdenně, byly doplněny víkendové spoje, které jsou zajištěny stejným vozidlem (v pracovní den je v prostoji). Časová poloha takto vložených spojů poloha spojů byla volena tak, aby přibližně odpovídala odjezdům dnešní linky 51 ze zastávky Hlavní nádraží.

Opatření na denních linkách jsou velmi podobná jako ve variantě 1, pouze spoje linky 2 ve 23:57 z Terminálu HD a obrátový spoj v 0:19 z Nového Hradce Králové se neruší, jelikož linka 92 by je plně nenahradila.

2.4.3 Podvarianta H4

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 22 km, maximálně 4 linky a 4 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 30 minut. Model zvolil linky 137B (Hlavní nádraží – Muzeum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 156B (Hlavní nádraží – Muzeum – Magistrát města – Zimní stadion – Futurum – Nový Hradec Králové) a 202A (Hlavní nádraží – Lipky – Metuje – Fakultní nemocnice – Třebeš školka – Masarykova – Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92 a 93. Příloha P obsahuje schéma linkového vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na přiloženém CD.

V pracovní den jsou nabízeny 4 páry spojů na každé lince, o víkendu 7 párů. Vzhledem k časové poloze návazných vlaků se nepodařilo vytvořit jednotný interval, ovšem o víkendu v období 0:45 až 2:45 je zajištěn interval 30 minut. Při redukci počtu spojů pro pracovní den měl autor volbu, jestli v pracovní den provozovat rozjezd v 0:45, nebo ve 2:45. Autor upřednostnil 0:45, jelikož zde předpokládá vyšší využití.

Oproti předchozím podvariantám se zde situace již komplikuje nutností nasadit na linku 93 celkem 3 vozidla. Dvě vozidla je možné využít obdobně jako v podvariantách H1 a H2 (ze spojů linek 7 a 16). Třetí vozidlo by bylo možné „získat“ například z posledního spoje linky 17, který přijede v pátek a v sobotu na Stoletou ve 23:58. Tento spoj by byl prodloužen až na zastávku Tesla, odkud by vozidlo jako manipulační jízda pokračovalo na zastávku Malšovice-U Čechů. V ostatní dny by asi bylo nutné využít vozidlo, které by přijelo jako manipulační jízda z vozoven. Vozidlo z posledního spoje linky 92 přechází na první spoj linky 1, kde je i v současné době nasazen autobus. Ostatní opatření na denních linkách jsou shodná jako v podvariantě H1.

2.4.4 Podvarianta H5

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 25 km, maximálně 5 linek a 6 vozidel, interval mezi rozjezdy nejméně 30 minut. Jako optimální byl vybrán systém linek 237B (Hlavní nádraží – Adalbertinum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 157 (Hlavní nádraží – Muzeum – Adalbertinum – Zimní stadion – Futurum – Nový Hradec Králové), 402A (Hlavní nádraží – Habrmanova – Metuje – Fakultní nemocnice – Třebeš školka – Masarykova – Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů) a 012B (Hlavní nádraží – Terminál HD – Plotiště škola – Plotiště Říčařova). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92, 93 a 94. Příloha Q obsahuje schéma linkového

vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na přiloženém CD.

O víkendu jsou nabízeny rozjezdy ve stejných časových polohách, jako tomu bylo v podvariantě H4. V pracovní den je zde výrazná redukce na úroveň podvarianty H1. Na lince 93 se podařilo „ušetřit“ jedno vozidlo tím, že ze spoje 1 se plynule přejíždí na spoj 4, který zpět nejede přes ulici Čajkovského a Na Občinách. Cestující z této oblasti nastoupí již do spoje 1. Toto by ale bylo nutné dostatečně zanést do jízdních řádů pro cestující.

Na lince 94 (první spoj z Plotiště) je využito vozidlo, které v současné době odjíždí z Lochenic ve 23:31 na zkráceném spoji linky 15. Spoj je ukončen v zastávce Předměřice pošta a dále pokračuje do vozoven. V této podvariantě je tento spoj prodloužen až na zastávku Plotiště kostel a jeho odjezd je opožděn o 22 minut, aby na něj mohl plynule navázat zde zmíněný spoj z Plotiště. Lochenice a Předměřice nad Labem by tak měly jeden spoj noční linky. Pro první spoj linky 94 z Hlavního nádraží je využito vozidlo, které v současné době jede na posledním spoji linky 5 (23:13 z Divce) a končí na zastávce Adalbertinum, odkud jede do vozoven. V této podvariantě dojede celou trasu až na Terminál HD, odkud se vrátí jako manipulační jízda na Hlavní nádraží. Ostatní opatření na denních linkách jsou shodná jako v podvariantě H1.

2.5 Varianta Adalbertinum

Velkým nedostatek zastávky Adalbertinum jakožto bodu rozjezdu je, že zde není prostor pro otáčení vozidel. Proto se už při návrhu linkového vedení v modelu musí brát v potaz toto omezení. Ideální stav je, když počet linek přijíždějících ze severu (od křižovatky s ulicí Divišova) odpovídá počtu linek z jihu (od křižovatky s ulicí Mostecká). Pak je možné vytvořit páry radiálních linek tak, aby vznikly linky tranzitní, které nevyžadují otáčení u Adalbertina. V modelu je pro variantu Adalbertinum vložena speciální podmínka, která v případě, že toto není splněno, připočte k dopravnímu výkonu systému přírůstek na otočení vozidla („blokovaná točna“ přes Tylovo nábřeží). Pro linku jedoucí od zastávky Muzeum je cesta přes Tylovo nábřeží pouze zanedbatelnou zajižďkou. V případě, že by se nějaká linka musela takto otáčet, je upřednostněna ta, která přijela od Muzea (zastávku Muzeum pak už ale neobslouží). Naopak pro linky jedoucí od zastávky Zimní stadion je toto otáčení výrazným navýšením.

U podvariant, kde není vytvořen plnohodnotný Lindau Modell, nastává problém, že je vzhledem k současnému nastavení železničního jízdního řádu potřeba zajistit tuto kombinaci rozjezdů a sjezdů: sjezd + rozjezd, rozjezd, sjezd. Z toho plyne nutnost zavést buďto

manipulační jízdy, nebo na každé lince využít vozidlo navíc pro jeden spoj. Dopravní výkon vynucených přejezdů tak může někdy dosahovat až poloviny limitu pro jeden rozjezd.

U varianty H byl časový rozestup mezi R 957 a Os 6221 jistou komplikací, kterou bylo obvykle nutno řešit nasazením dalšího vozidla na každou řešenou linku. Naopak ve variantě A je tento časový rozestup prakticky „ideální“, aby bylo možné obsloužit všechny linky stanoveným počtem vozidel (se kterým počítal model).

2.5.1 Podvarianta A1

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 22 km, maximálně 3 linky a 3 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 65 minut. Modelem byl zvolen systém linek 737B (Adalbertinum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 501A (Adalbertinum – Muzeum – Hlavní nádraží – Lipky – Metuje – Hotel Garni – Masarykova – Pod Strání – Nový Hradec Králové) a 804A (Adalbertinum – Zimní stadion – Třebeš školka – Masarykova – Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92 a 93. Příloha R obsahuje návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení a tabulky turnusů. Na přiloženém CD jsou k dispozici jízdní řády a schémata ve vyšším rozlišení. U ostatních podvariant nejsou z prostorových důvodů jízdní řády a tabulky turnusů součástí příloh, nachází se pouze na CD.

Vozidla přejíždí mezi linkami 91 a 93, aby se odstranila nutnost otáčení na zastávce Adalbertinum. Obdobně jako v „minimalistické“ podvariantě H1 jsou zde zajištěny pouze spoje s návazností na vlaky. Jako „spojovací“ linka mezi zastávkami Adalbertinum a Hlavní nádraží slouží linka 92. Jelikož je zde poměrně velký časový prostoje mezi spoji a je nutná manipulační jízda, tráví řidiči prostoje mezi spoji 1 a 3 ve vozovnách.

Tabulka 3 obsahuje přehled opatření na denních linkách pro tuto podvariantu. Pro linku 92 se využije vozidlo, které přejede z posledního spoje linky 27 směr Pod Strání. Tato linka je trolejbusová, proto tento poslední spoj ze Slezského Předměstí pojede autobus z linky 12. Pro linku 93 se využívá vozidlo z posledního spoje linky 11, které nahradí trolejbus na posledním spoji linky 7 ve směru Malšovice.

Tabulka 3 – Opatření na denních linkách A1

Linka	Z	Odjezd	Do	Opatření
27	Sl. Př. – cihelna	23:26	Pod Strání	Jede autobus z 12, původní vozidlo do vozoven; odjezd uspišen o 3 minuty
7	Terminál HD	23:30	Malš.-U Čechů	Jede autobus z 11, původní vozidlo do vozoven; odjezd o 3 minuty dříve
7	Malš.-U Čechů	23:51	Stará nemocnice	Nejede, část. nahrazena 93/2
7	Terminál HD	23:30	Malš.-U Čechů	Jede autobus z 11, původní vozidlo do vozoven

Zdroj: autor

Podvarianta A3 sdílí s touto podvariantou linkové vedení i opatření na denních linkách, proto jí není věnována samostatná část v této podkapitole.

2.5.2 Podvarianta A2

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 17 km, maximálně 3 linky a 3 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 60 minut. Jako optimální byly zvoleny linky 737B (Adalbertinum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 844A (Adalbertinum – Zimní stadion – Hotel Garni – Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů) a 500B (Adalbertinum – Muzeum – Hlavní nádraží – Lipky – Metuje – Fakultní nemocnice – Třebeš školka – Pod Strání). Linky 737B a 844A jsou sloučeny do tranzitní linky 91, linka 500B bude v této části označena jako 92. Příloha S obsahuje schéma linkového vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na přiloženém CD.

Opatření na denních linkách jsou obdobná jako u podvarianty A1. Víkendová nabídka je oproti podvariantě A1 rozšířena o 2 páry spojů, které nemají návaznost na vlaky.

2.5.3 Podvarianta A4

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 22 km, maximálně 4 linky a 4 vozidla, interval mezi rozjezdy nejméně 30 minut. Model vybral linky 737A (Adalbertinum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská – Rusecká), 865B (Adalbertinum – Zimní stadion – Třebeš školka – Pod Strání – Nový Hradec Králové), 742A (Adalbertinum – Magistrát města – Zimní stadion – Heyrovského – Hotel Garni –

Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů) a 577C (Adalbertinum – Muzeum – Hlavní nádraží – Lipky – Metuje – Jungmannova). V tomto pořadí jsou tyto linky v této části označeny čísly 91, 92, 93 a 94. Příloha T obsahuje schéma linkového vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na příloženém CD.

V této podvariantě nebyly vytvořeny žádné tranzitní linky, avšak mezi linkami 92 a 93 přechází vždy na zastávce Adalbertinum vozidla. Linky 91 a 94 se obrací protisměrně přes Tylovo nábřeží. Tím je zajištěno spojení z Muzea na Adalbertinum i opačně.

Opatření na denních linkách je shodné jako v případě podvarianty A1, navíc je zrušen přímý přejezd na lince 12 z Březhradu (23:43) na zastávku Hlavní nádraží. Místo toho pojedou vozidla již z Březhradu jako linka 94.

2.5.4 Podvarianta A5

Model byl nastaven na dopravní výkon jednoho rozjezdu 25 km, maximálně 5 linek a 6 vozidel, interval mezi rozjezdy nejméně 30 minut. Jako optimální byl vybrán systém linek 737B (Adalbertinum – Magistrát města – Alessandria – Sídliště Sever – Truhlářská), 804A (Adalbertinum – Zimní stadion – Třebeš školka – Masarykova – Mrštíkova – Kino Mladých – Malšovice-U Čechů), 856A (Adalbertinum – Zimní stadion – Hotel Garni – Futurum – Nový Hradec Králové – Kluky), 580C (Adalbertinum – Muzeum – Hlavní nádraží – Kukleny náměstí – Kukleny Albert) a 571C (Adalbertinum – Muzeum – Lipky – Metuje – Jungmannova). Linky 737B a 804A společně tvoří tranzitní linku 91, linky 856A a 580C linku 92. Linka 571C je v této části označena číslem 93 a pro obrat využívá Tylovo nábřeží, jelikož spojení Adalbertinum – Muzeum obousměrně zajistí linka 580C. Příloha U obsahuje schéma linkového vedení. Návrh jízdního řádu včetně schématu linkového vedení ve větším rozlišení a tabulky turnusů se nachází na příloženém CD.

Opatření na denních linkách je shodné jako v případě podvarianty A1, navíc je zrušen přímý přejezd na lince 12 z Březhradu (23:43) na zastávku Hlavní nádraží a ze Stěžer (23:44) též na Hlavní nádraží. Místo toho pojedou vozidla již z Březhradu jako linka 93 a ze Stěžer jako 92. Stěžery takto „neúmyslně“ získají jeden celotýdenní spoj noční linky, i když o něj nebyl zájem.

2.6 Prodloužení nočního provozu

V některých městech (například v Brně) je provoz nočních linek o víkendu prodloužen, například až do 6 nebo 7 hodin. Autor uvažoval nad podobným přístupem i pro Hradec Králové, avšak nakonec se rozhodl tuto problematiku do jednotlivých návrhů nezařadit.

Toto prodloužení by bylo možné pouze v takových nově navržených systémech, které by zajistily dostatečnou plošnou obslužnost, srovnatelnou s provozem denních linek. Ovšem v žádném systému nebyla navržena obslužnost například Březhradu, Svínar, Ruseka, ... Proto dle názoru autora není možné v Hradci Králové o víkendu provozovat výlučně noční linky ani do 6 hodin. Samozřejmě je zde i otázka speciálního tarifu na noční lince.

Příloha F poskytuje dobrý přehled, jak jsou provozovány denní linky o víkendu mezi 4. a 5. hodinou. Z něj vyplývá, že by o víkendu bylo možné prodloužit provoz nočních linek do 4:30 nebo 5:00 tak, že by některé spoje denních linek byly nahrazeny (ne všechny lze nahradit, jelikož některé spoje slouží pro „nájezd“ trolejbusů na linku). Přitom by bylo vhodné zajistit přípoj na sobotní Os 20201 s odjezdem 4:25 ve směru Solnice a Os 6223 s odjezdem 4:34 do Pardubic. To by znamenalo přidání jednoho nebo dvou párů spojů na noční linky.

3 ZHODNOCENÍ

Ve třetí kapitole této práce jsou jednotlivé systémy nočních rozjezdů zhodnoceny. Na začátku je věnována pozornost i samotnému optimalizačnímu modelu a celkově přístupu v této práci. Při hodnocení jednotlivých variant a podvariant je nutné zvlášť řešit samotný návrh linkového vedení, který zvolil optimalizační model, a výsledný návrh jízdního řádu, vytvořený autorem. Při tvorbě jízdního řádu se objevily různé komplikace, které například vyžadovaly navýšení dopravního výkonu nebo stanoveného počtu vozidel. Tyto komplikace byly způsobeny například vazbami na vlaky. Zejména u podvariant s nižším počtem rozjezdů je nezanedbatelná část pracovní doby řidiče strávená čekáním na další spoj. Toto by šlo redukovat například tak, že by se „obětovaly“ spoje o půl čtvrté ráno. Ovšem dopravní podnik by stále musel nějak řešit svozy a rozvozy řidičů. Současně není úplně vhodné, když řidiči končí směna ve 2:00. I v současném provozu je běžné, že řidiči nočních linek řídí několik posledních a prvních spojů denních linek.

Vzhledem k tomu, že optimální linkové vedení je vždy vztaženo k několika vstupním údajům, konkrétně k dopravnímu výkonu jednoho rozjezdu, počtu vozidel a intervalu mezi rozjezdy, neexistuje jedno obecně platné optimální řešení. Situaci si lze představit tak, že objednatel dá požadavek: „Na noční linky máte x kilometrů, chceme ve všední den y rozjezdů a o víkendu z .“ Až v rámci těchto vstupních údajů pak lze hledat optimální řešení.

Ve všech variantách a podvariantách připadá veškerý dopravní výkon městskému dopravnímu podniku a současně žádná z nich nevyžaduje navýšení fixních nákladů, proto autor nezahrnul podrobnější ekonomické vyhodnocení. V nočním provozu dochází k výrazné redukci počtu provozovaných vozidel. Zmiňovaných 6 vozidel v podvariantách H5 a A5 je v podmínkách Dopravního podniku města Hradce Králové zanedbatelné číslo (méně než 10 % vozového parku autobusů). Z toho důvodu by pro potřeby nočního provozu nebylo nutné pořizovat další vozidla ani jiný majetek. Pouze se uvažovalo o zřízení dalších 2 nástupních hran zastávky Dopravní podnik pro vozidla, která začínají ve vozovkách nebo zde končí. Týdenní dopravní výkon autobusového subsystému královéhradecké MHD (včetně elektrobusesů) je přibližně 71 500 km (27). Jelikož týdenní dopravní výkon jednotlivých navrhovaných systémů je ve stovkách kilometrů (nejvýše přibližně 1 500 km), pak lze v řešeném rozsahu dle autorova názoru pro zjednodušení předpokládat proporcionální růst variabilních nákladů. Jelikož se v této práci nahrazuje současný noční provoz, tak část navrhovaného dopravního výkonu již vlastně v kalkulacích obsažena je.

3.1 Zhodnocení optimalizačního modelu

V této podkapitole jsou zmíněny silné i slabé stránky optimalizačního modelu, včetně vstupních dat a principu fungování. Současně je zde i snaha obhájit slabé stránky.

3.1.1 Silné stránky

Linkotvorba je poměrně subjektivní činností, kterou vykonává dopravní technolog. Autorův přístup má za cíl vnést to této činnosti alespoň částečně objektivní rozhodování. To může být vhodné zejména v případě, kdy navrhovatel nemá dostatečnou místní znalost. Tento model může například technologovi nabídnout určité varianty, mezi kterými pak volí. Stále je ale vyžadována ruční tvorba jízdního řádu a oběhů vozidel.

Při tvorbě modelu byl věnován důraz na variabilitu modelu, tedy schopnost vytvářet jednoduše různé varianty prostou změnou vstupních údajů. Při zachování bodu rozjezdu a zásobníku linek lze velmi jednoduše měnit dopravní výkon jednoho rozjezdu, interval mezi rozjezdy, počet linek (v aktuální verzi nejvýše 6, ale teoreticky je možné navýšit) a vozidel. Lze tedy vytvořit jakýsi parametrický návrh. Při změně bodu rozjezdu je nutné přepracovat celý zásobník linek, což je časově poměrně náročná práce.

Autor v této práci využívá pouze veřejně přístupná hromadná data (data o využití spojů do modelu přímo nevstupují). To může být silnou, ale i slabou stránkou tohoto přístupu. Data byla jednoduše dostupná na internetu pro každého, připravená pro strojové zpracování v libovolném softwaru GIS. Jejich získání tedy bylo časově nenáročné. Hromadná data bylo možné pro určení vah okrsků použít ale jen proto, že váhy okrsků sloužily pro vzájemné srovnání okrsků mezi sebou a nebylo cílem z nich odvodit poptávku v absolutních číslech. Při vytváření modelu pracujícího s poptávkou v absolutních číslech by bylo nutné provést například doplňkový průzkum v domácnostech a využít i jiné údaje o okrscích.

Vzhledem k tomu, že se zde vytváří nový systém, tak autor upřednostnil apriorní poptávku před aposteriorní. Apriorní poptávka zjednodušeně řečeno představuje primární potřebu cestujících se přepravit, bez vazby na současnou nabídku. Naproti tomu aposteriorní poptávka je navázaná na již existující nabídku. Apriorní poptávka je zde dle názoru autora vhodnější, jelikož není ovlivněna současným provozem, který je dle názoru autora (a nejen jeho) nevyhovující. Pokud by autor například uvažoval počet cestujících, kteří využívají linku 51 na Slezské Předměstí, a z toho odvodil obecnou poptávku po přepravě v noci na Slezské Předměstí, dopustil by se výrazné chyby. Aposteriorní poptávka je v tomto příkladu výrazně „utlumena“ jízdní dobou linky 51 z centra města na Slezské Předměstí. Současně je nutné uvést i fakt, že plošná data z přepravních průzkumů na nočních linkách nebyla k dispozici.

Výhodu modelu autor spatřuje v přenositelnosti i na jiné problémy. V samotném zdrojovém kódu není pevně nastaveno nic, co by se vztahovalo k Hradci Králové. Přenositelnosti se věnuje speciální část 3.1.3.

3.1.2 Slabé stránky

Autor spatřuje slabé stránky modelu v nezanedbatelném subjektivním vlivu autora/navrhovatele. Zásobník linek, který vstupuje do modelu, je vytvořen navrhovatelem pouze na základě jeho odborného úsudku a místní znalosti. Jednotlivé okrsky a docházkové vzdálenosti jsou určeny na základě předem daných pravidel, která však byla stanovena opět na základě odhadu ochoty cestujících a zvyklosti v oboru. Avšak i v rámci těchto pravidel byla při rozčlenění města ponechána poměrně výrazná volnost. Ovšem vzhledem k nastavení výpočetních listů i modelu je možné jednoduše mnoho parametrů měnit. I vstupní údaje do modelu v jednotlivých podvariantách byly stanoveny autorem. Řešení poskytnutá modelem jsou tedy optimální pouze vzhledem k zadaným vstupním údajům.

Velkou nevýhodou modelu je jeho výpočetní náročnost. Ta obecně roste s rostoucím počtem linek v zásobníku, maximálním počtem zavedených linek a uvažovaným omezením dopravního výkonu jednoho rozjezdu. Vliv má i počet okrsků, na které je řešená oblast rozdělena. Autor je toho názoru, že již teď se dostal na jistou rozumnou hranici využití modelu (cca 250 linek a 130 okrsků). Při požadavku na více linek nebo okrsků by bylo nutné uvažovat jiný způsob optimalizace. Buďto by bylo nutné zjednodušit výpočet užitku nebo omezující podmínky, případně uvažovat složitější heuristické nebo metaheuristické metody.

Autora osobně překvapilo, jak dobře se podařilo optimalizovat zdrojový kód modelu a způsob výpočtu. V prvních verzích modelu trval výpočet podvarianty 5, která je asi nejnáročnější vzhledem k uvažování systému až o 5 linkách a nejvyššímu dopravnímu výkonu na jeden rozjezd, několik hodin. V konečné verzi byla tato podvarianta spočtena za několik minut. Autor později upřednostnil přístup „ušetřit každou sekundu výpočetního času za cenu menší přehlednosti kódu“. Ušetřit jednu milisekundu v nejnižší úrovni cyklů může totiž ve výsledku znamenat úsporu několika hodin výpočetního času.

Určitou slabou stránkou nejen modelu, ale celkového přístupu využitého v této práci je časová náročnost přípravy vstupních údajů. Zejména se jednalo o tvorbu matic vzdáleností zastávek, ale i přiřazování docházkové vzdálenosti ze zastávek k těžištím okrsků a tvorba zásobníku linek (ty byly potřeba dva vzhledem ke dvěma bodům rozjezdu). Časově náročné bylo i propojování jednotlivých údajů v rámci listů a sešitů aplikace Microsoft Excel, ovšem poté již tabulkový procesor prováděl většinu výpočtů sám.

Potenciální nevýhodou modelu (a obecně celého přístupu k problematice) je teoretická nekonzistentnost a nepředvídatelnost výsledků při změnách omezujících podmínek (zejména dopravního výkonu). To znamená, že i při drobné změně dopravního výkonu může být nově navržený systém značně odlišný od předchozího. Při návrhu systému „od nuly“ toto nepředstavuje problém. Ovšem pokud by byl do praxe zaveden provoz vytvořený tímto modelem, byl by úspěšný a objednatel by byl ochotný navýšit dopravní výkon, tak existuje riziko, že model vytvoří výrazně odlišný systém. Na druhou stranu, autor v této práci vyzkoušel několik různých zadání a ukazuje se, že konkrétně v případě Hradce Králové existuje několik „dobrých“ tras, které se ve výsledcích pravidelně objevovaly. Například prakticky v každém řešení se objevila linka jedoucí po ulici Pospíšilova a Severní, u variant s vyšším limitem dopravního výkonu až na zastávku Truhlářská. Obdobně byla v každé variantě obsluhována ulice Čajkovského v Malšovicích, při vyšším limitu dopravního výkonu i ulice na Drahách. Ve většině podvariant byla zajištěna i obslužnost Nového Hradce Králové. Zde měl autor jisté obavy, jelikož je to významná část města, avšak poměrně vzdálená od centra a zejména od hlavního nádraží.

3.1.3 Přenositelnost modelu

Model byl vytvořen na základě poměrně konkrétní potřeby, to ale neomezuje jeho potenciální využití i pro jiná zadání. Výpočet užítka pracuje se systémem centrálního přestupního bodu, případně jednosměrných rozjezdů. Nerozlišuje se zde, jestli jsou dvě zastávky propojeny přímou linkou, nebo jsou dostupné pouze s přestupem. Model by obecně dokázal pracovat s tangenciálními linkami (těmi, co by neobsloužily bod rozjezdu), ale nedokázal by jim zaručit přestup na linky vedoucí do přestupního bodu. V denním provozu mohou mít tangenciální linky velký význam. V Hradci Králové se jedná například o linku 25, která se široce vyhýbá centru města i hlavnímu nádraží, ale spojuje Pouchov, Věkoše a Slezské Předměstí s Malšovicemi a Moravským Předměstím. Ovšem v nočním provozu lze ve městě velikosti Hradce Králové tangenciální linky dle názoru autora vynechat.

Při tvorbě modelu a přípravě vstupních údajů byla snaha co nejvíce využívat parametry, tedy co nejméně údajů zadávat „natvrdo“. To umožňuje rychlou úpravu modelu i seřítu se vstupními údaji. Pokud například hodnotitel chce uvažovat odlišné docházkové vzdálenosti a jim odpovídající koeficienty, lze tyto údaje jednoduše změnit v definičním listu a tabulkový procesor vše sám přepočítá. Samotný model se při výpočtech co nejvíce odvolává na konstanty a údaje zadané uživatelem při spuštění.

Autor v práci využil pro určení váhy okrsků zejména počty obyvatel, určitá korekce byla provedena na základě polohy ubytovacích zařízení a vybraných bodů zájmu. Ovšem model jako takový by bylo možné využít při jakémkoliv hodnocení užitku (za předpokladu, že by byl užitek vyjádřen jedním číslem a platilo pravidlo, že větší užitek je lepší). Pokud by tedy hodnotitel získal lepší váhy okrsků, případně by měl k jejich hodnocení jiný přístup, tak je model stále možné využít.

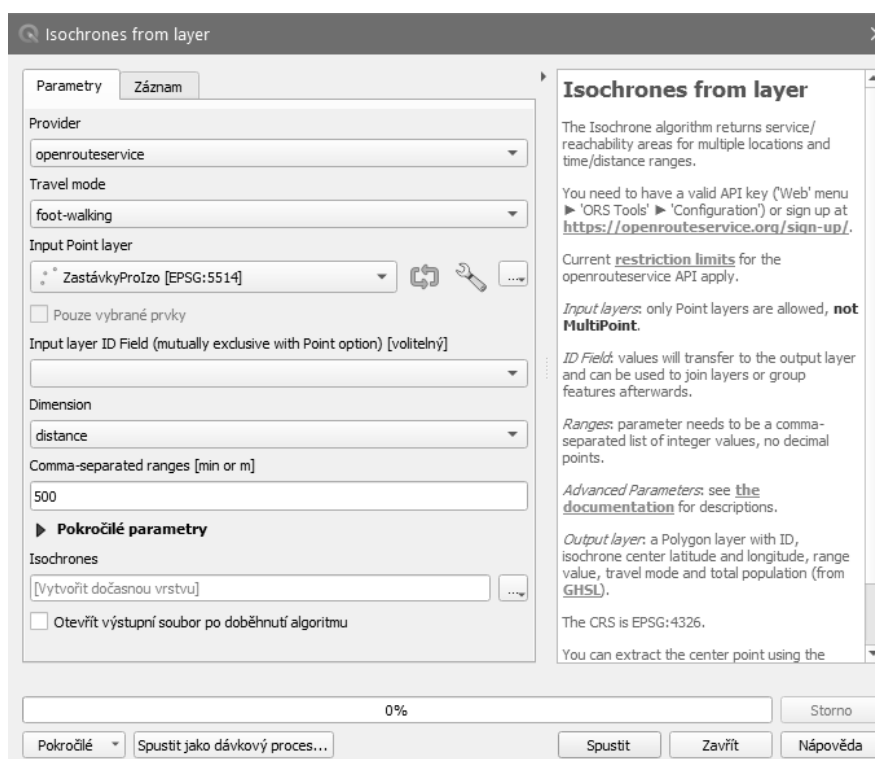
Dle názoru autora by bylo možné model využít s minimálními úpravami například pro noční rozjezdy MHD v Pardubicích (samozřejmě s jinými vstupními údaji). Ovšem pro větší města jako například pro Prahu nebo Brno by tento přístup nebyl vhodný. Problémem by byl zejména počet okrsků a linek. To by bylo možné řešit rozdělením města na samostatné oblasti. Při úpravě hodnocení vah okrsků by byl model využitelný i pro regionální, případně dálkovou dopravu.

3.2 Hodnocení užitku s využitím GIS

Pro potřeby optimalizace linkového vedení hodnotil užitek samotný model. Přitom se uvažovalo zjednodušení města na soubor disjunktních okrsků. Avšak v této fázi práce již je k dispozici několik konkrétních variant linkového vedení, kterým lze vypočítat užitek přímo s využitím GIS. Takto vypočítaný užitek se bude pochopitelně lišit od toho, který spočítal model. Model nedokázal zohlednit vzájemnou polohu linek v síti a pracoval se zjednodušením na okrsky. Naproti tomu GIS plně zohledňuje vzájemné polohy linek a pracuje s přesností na jednu budovu, avšak jisté problémy má s obsluhou zastávky pouze v jednom směru.

Pro stanovení docházkové vzdálenosti ze zastávek autor využil doplněk ORS Tools pro QGIS. Ten pracuje se skutečnou vzdáleností po reálné síti přístupné chodcům. Toto je pouze jedna z několika funkcí tohoto doplňku, který poskytuje přístup k službě openrouteservice (založeno na datech z OpenStreetMap) (28). Hlavním výstupem je nová vrstva typu polygon, která obsahuje oblasti dostupné z vybraných bodů (zde zastávek) při dané docházkové vzdálenosti. Bezplatný přístup má jistá omezení a vykreslení docházkové vzdálenosti má v určitých případech nedostatky (například v místech s řidší sítí komunikací pro pěší dochází ke zkreslení), ovšem pro autorovy potřeby byl tento jednoduchý doplněk dostačující. Jelikož se zde pracuje již se skutečnou vzdáleností s ohledem na reálnou síť a současně zde není uvažováno zjednodušení na okrsky, uvažuje autor neredukovanou docházkovou vzdálenost (500 m, 750 m a 1 000 m). Oblast určená docházkovou vzdáleností 500 m je vybarvena modře, oblast pro 750 m tyrkysově a pro 1 000 m žlutě. Grafické výstupy

jsou součástí příloh k jednotlivým podvariantám na příloženém CD. Obrázek 8 obsahuje ukázkou z doplňku ORS Tools, konkrétně funkci pro vytvoření izochron/izochor na základě vstupní vrstvy typu bod.



Obrázek 8 – Doplňěk ORS Tools

Zdroj: (28)

V rámci každé podvarianty jsou vždy všechny oblasti odpovídající jednotlivým obsluhovaným zastávkám sloučeny geoprocesingovým nástrojem rozpustit. Následně je využit již známý analytický nástroj, který spočítá vážený součet všech bodů v oblasti. Toto je potřeba udělat zvlášť pro oblasti odpovídající jednotlivým docházkovým vzdálenostem. Autor zde využívá stejné koeficienty jako v modelu – budovy v dosahu 500 m od zastávky jsou obslouženy na 100 %, v dosahu 750 m na 75 % a v dosahu 1 000 m na 50 %. Toto je možné udělat pouze pro několik konkrétních variant, proto výpočet s využitím GIS nemohl být součástí optimalizačního modelu.

3.3 Varianta Hlavní nádraží

Tabulka 4 obsahuje zhodnocení jednotlivých podvariant na základě výstupu z modelu a GIS. Rozdíl mezi výpočtem užítku modelem a GIS byl řešen v předchozí podkapitole 3.2. Užitek vypočítaný GIS vychází obecně větší, autor tedy pravděpodobně zvolil příliš „přísnou“ redukci pro výpočty v modelu. Při srovnávání je nutno pamatovat na to, že užitek se vztahuje

k jednomu rozjezdu. Podvarianty H1 a H4 mají velmi podobný užitek, rozdíl ovšem je v počtu spojů za týden. Proto je ve sloupci pro dopravní výkon nejdříve uveden dopravní výkon jednoho rozjezdu, v závorce pak týdenní dopravní výkon. Násobit užitek počtem rozjezdů za týden by mohlo být zkreslující, jelikož rozjezdy v různé časy mohou mít různou atraktivitu. Nelze srovnávat rozjezd v neděli v 0:05, který navazuje na poslední rychlík z Prahy, s rozjezdem ve středu ve 2:45.

Tabulka 4 – Zhodnocení varianty H před dopracováním autorem

Podvarianta	Výstup z modelu			GIS
	Užitek [-]	Dopravní výkon [km]	Počet vozidel [-]	Užitek [-]
H1	68271,85	21,93 (614)	3	70279,75
H2	62343,4	16,99 (612)	3	66033,75
H3	68271,85	21,93 (790)	3	70279,75
H4	68203,3	21,82 (1 484)	4	70232
H5	70869,425	25 (1 200)	6	72830,75

Zdroj: autor s využitím (7) (28)

V mezích, ve kterých se pohyboval autor u jednotlivých podvariant, je vidět, že užitek roste při navýšení dopravního výkonu jednoho rozjezdu podproporcionálně, v některých případech až výrazně podproporcionálně. Určité omezení růstu představuje maximální počet linek a vozidel. Podvarianty H4 a H5 sice mají vyšší limit vozidel, avšak nasazení autobusů navíc je částečně vynuceno polovičním intervalem. V obou těchto podvariantách nebyl plně využit maximální počet linek (4, respektive 5). I tak ale v podvariantě H5 došlo k zavedení linky pro obslužnost části Plotiště nad Labem, což autora překvapilo. Autor zadal „mimo soutěž“ do modelu požadavek na systém linek se vstupy jako v podvariantě H5, avšak bez omezení počtu vozidel. Model našel systém využívající 7 vozidel, který je pouze o necelých 150 jednotek užitku lepší. Jelikož se zde užitek pohybuje v jednotkách desetitisíců, je 150 jednotek zanedbatelný efekt za vozidlo navíc. Součet vah všech okrsků je 89 664, což je tedy maximum, kterého by teoreticky bylo možné dosáhnout. Prakticky je tato hodnota nedosažitelná, jelikož některé budovy jsou od nejbližší zastávky vzdálené více než 500 m.

V podvariantě H2 došlo oproti podvariantě H1 k úbytku dopravního výkonu pro jeden rozjezd, aby bylo možné provozovat další spoje o víkendu. Model „obětoval“ oblast kolem zastávky Truhlářská, Benešovu třídu a Brněnskou ulici. Obslužnost okrsků v okolí zastávek Husův pomník a Malšovice-U Čechů je částečně zajištěna ze zastávek Na Kotli a Náhon. Nově je ale zajištěna přímá obslužnost Pod Strání. Podvarianta H3 se od podvarianty H1 liší

pouze počtem rozjezdů za týden – jsou zde nabízeny 4 páry spojů o víkendu místo původních 2.

Podvarianta H4 má stejný limit dopravní výkonu na jeden rozjezd, jako je tomu u podvarianty H1, je zde dostupné jedno další vozidlo a je možné uvažovat i čtvrtou linku. Avšak vzhledem k minimálnímu intervalu mezi rozjezdy 30 minut začal model upřednostňovat kratší linky, proto užitek mírně poklesl. Při vyhodnocení plošné obslužnosti se situace mírně změnila pouze na Pražském Předměstí jih, a to konkrétně v otázce, jestli využít trasu přes zastávku Jiráskovo náměstí nebo Bavlna. Zde se výrazně projevila důležitost posuzovat užitek systému jako celku, ne pouze užitek každé linky zvlášť. Ukázalo se, že pokud je v systému zavedena linka přes Ulrichovo náměstí, pak je výhodnější vést linku na Pražské Předměstí jih přes zastávku Jiráskovo náměstí (jako v podvariantě H1). Pokud ale v systému není linka přes Ulrichovo náměstí, pak je lepší využít trasu přes zastávku Bavlna (jako v podvariantě H4). V podvariantě H4 se vzhledem ke krátkému intervalu mezi rozjezdy každá minuta „počítá“ a trasa ze zastávky Hlavní nádraží na Magistrát města je přes Ulrichovo náměstí o 2 minuty delší než přes Muzeum. Podvarianta 5 „koncentruje“ dopravní výkon spíše do víkendu. Zde je pak poměrně výrazný rozdíl mezi počtem spojů v pracovní den (2 páry) a o víkendu (7 párů). Navíc oproti podvariantě H4 je zde obsloužena část Plotišť nad Labem a liší se způsob obslužnosti Pražského Předměstí jih (již zmiňované *dilema* „Jiráskovo náměstí versus Bavlna“).

Tabulka 5 obsahuje zhodnocení jednotlivých podvariant po dopracování autorem, všechny sloupce obsahují hodnoty za běžný týden. V této tabulce se zohledňuje navržený jízdní řád a turnusy. Do dopravního výkonu, pracovní doby řidičů a doby řízení se zde počítají manipulační jízdy. Ve sloupci dopravního výkonu jsou zohledněny změny na denních linkách, v ostatních sloupcích ne. Sloupec *Změna pracovní doby DL* obsahuje údaje o tom, jestli došlo k úspoře pracovní doby řidičů na denních linkách (záporná hodnota) nebo k nárůstu (kladná hodnota). Týdenní dopravní výkon zde převyšuje původní orientační hranice určené v části 2.3.5. Ovšem tyto hranice nezohledňovaly manipulační jízdy, jelikož zejména v návrhu dle SUMF autorovy nebyly známy. Do počtu vozidel se zahrnují všechna vozidla, která byla použita, byť jen na jednom spoji noční linky. V turnusech jednotlivých podvariant je ale vidět, že část vozidel je nasazena například jen na jeden plnohodnotný spoj a poté odjíždí do vozoven (tato problematika byla zmíněna na začátku podkapitoly 2.4).

Tabulka 5 – Zhodnocení varianty H po dopracování autorem

Podvarianta	Dopravní výkon [km]	Počet vozidel [-]	Pracovní doba [h]	Doba řízení [h]	Využití pracovní doby [%]	Změna pracovní doby DL [h]
H1	647	6	95,9	30,5	32	-6,4
H2	701	6	94	32,5	35	-1,8
H3	843	6	95,9	37,5	39	-6,4
H4	1518	7	116,1	63,1	54	-8,7
H5	1201	8	136	55,2	41	-6,9

Zdroj: autor s využitím (7)

Celkově jsou problematické poměrně výrazné prostoje jednotlivých řidičů, respektive neefektivní využití jejich pracovní doby. To lze pozorovat zejména u podvarianty 1, která má v turnusech dlouhá čekání mezi spoji. Ovšem některé prostoje lze využít pro čerpání bezpečnostní přestávky.

V podvariantách s 30minutovým intervalem model často vybíral linky s jízdní dobou spoje 12 nebo 13 minut. To by mohlo způsobit určitou nestabilitu celého systému, protože by se zpoždění mohla přenášet mezi spoji i linkami. Ovšem i jízdní doby mezi zastávkami byly uvažovány s určitou rezervou. Při zohlednění intenzity provozu na pozemních komunikacích ve městě v nočních hodinách by nemělo být problém zpoždění postupně snižovat. Až na výjimky je vždy zajištěno, že spoje MHD mohou čekat na R 957 až 10 minut bez ohrožení následujících spojů v turnusech. Na Os 6220 z Pardubic není možné čekat, aniž by neohrozil přenos zpoždění na další spoje. Ovšem při 30minutovém intervalu mezi spoji je otázka, jaká by byla ochota čekat na vlaky. V podvariantách s méně spoji je čekání žádoucí, navíc zde nehrozí přenos zpoždění.

U podvarianty H5 by bylo vhodné uvažovat o porušení podmínky jednoduchosti a jednotnosti systému, a to konkrétně u linky 94. Autor je toho názoru⁴, že víkendových 7 párů spojů je výrazně nadbytečné pro tuto oblast. Otázka tedy je, jestli by 2 páry spojů nebyly dostatečné i o víkendu. Naproti tomu v žádné podvariantě model nenavrhol zavést linku do Kuklen a Plačic, zatímco v současnosti je zde o víkendu nabízen jeden pár nočních spojů.

⁴ Při konzultaci návrhu se autorovi dostalo reakce: „*vždyť to tam jezdí lépe než přes den.*“ Autor souhlasí, na lince 15, která obsluhuje tuto oblast, je o víkendu interval 60 minut.

Shrnutí

Pokud by byl objednatel ochotný v menší míře (cca 30 %) navýšit dopravní výkon za účelem „pozvednutí“ nočního provozu MHD, pak je dle názoru autora vhodná podvarianta H3. Kdyby objednatel trval na dodržení současného rozsahu dopravního výkonu, pak by autor upřednostnil spíše variantu H2 před H1. V případě podvarianty H1 dochází k výraznému zhoršení časové dostupnosti nočních spojů o víkend (při srovnání se současným stavem). Při zohlednění faktu, že řidiči prakticky tři čtvrtiny pracovní doby stráví čekáním mezi spoji, by autor takové řešení nedoporučoval.

Autor si není jistý, jestli by nabídka 7 párů víkendových nočních spojů (podvarianty H4 a H5) odpovídala v Hradci Králové poptávce. Též u podvarianty H4 hodnotí autor nabídku 4 párů spojů v pracovní den jako nadbytečnou. V obou případech se jedná o výrazné navýšení dopravního výkonu oproti současnému stavu. V situaci, kdy město uvažovalo o redukci (případně zrušení) objednávky MHD v období mezi 23. a 5. hodinou, by byl takovýto návrh rozhodně „odvážný“. V podmínkách Hradce Králové je „noční život“ poměrně koncentrovaný v centru města a asi není třeba předpokládat, že by cestující využil MHD několikrát za noc. Tedy například že by cestoval mezi různými podniky.

3.4 Varianta Adalbertinum

Tabulka 6 obsahuje zhodnocení jednotlivých podvariant na základě výstupu z modelu a GIS. Obdobně jako při zhodnocení varianty H je i zde vidět, že užitek zjištěný pomocí GIS vychází obecně vyšší. Avšak u podvarianty A5 je tento rozdíl poměrně malý.

Limity dopravního výkonu jednotlivých podvariant byly shodné jako u varianty H, zde se ovšem projevuje „přirážka“ na otáčení vozidel na zastávce Adalbertinum. Tu model vypočítal vždy na základě počtu vozidel přijíždějících z jednotlivých směrů. Při optimalizaci se model buďto snažil redukovat přirážku na minimum (tím, že zvolil do systému vhodný počet linek z jednotlivých směrů), nebo si na ni vytvořil rezervu. V některých případech tak tyto přirážky „donutily“ model, aby vybral variantu s nižším užitekem. Tabulka 6 nezohledňuje přirážku, proto se může u některých podvariant zdát, že není plně využit dostupný dopravní výkon. V navržených jízdních řádech se s přirážkou počítá.

Tabulka 6 – Zhodnocení varianty A před dopracováním autorem

Podvarianta	Výstup z modelu			GIS
	Užitek [-]	Dopravní výkon [km]	Počet vozidel [-]	Užitek [-]
A1	68660,13	21,05 (589)	3	70992,25
A2	65170,18	16,77 (604)	3	68081,5
A3	68660,13	21,05 (758)	3	70992,25
A4	68769	21,25 (1445)	4	71325,75
A5	72364,15	24,87 (1194)	6	72913,5

Zdroj: autor s využitím (7) (28)

V podvariantě A1 model navrhl systém, ve kterém dochází na Benešově třídě k souběhu dvou linek (92 a 93). To obecně v systému s jedním bodem rozjezdu není dle názoru autora žádoucí. Teoreticky by bylo možné uvažovat přesměrování linky 92 přes zastávky Futurum a Na Brně. Na druhou stranu takto mají obyvatelé Benešovy třídy a okolí zajištěný přímý spoj ze zastávek Hlavní nádraží i Adalbertinum.

U podvarianty A2 došlo oproti podvariantě A1 k redukci dopravního výkonu připadajícího na jeden rozjezd. Model „obětoval“ Nový Hradec Králové a současně změnil způsob obslužnosti Moravského Předměstí – v této podvariantě se Benešova třída neobslouží. Je zajímavé, že při redukci z podvarianty H1 na H2 (viz předchozí podkapitola 3.3) model naopak ponechal obslužnost Nového Hradce Králové, ale zkrátil linku 91 z konečné Truhlářská pouze na Sídliště Sever a linku 93 z konečné Malšovice-U Čechů na točnu Malšovice-U Střelnice.

V podvariantě A4 model navrhnul zavedení 4 kratších linek, jelikož výrazným omezením zde je dostupný počet vozidel. Linky s jízdní dobou jednoho spoje převyšující 13 minut totiž vyžadují kvůli intervalu 30 minut nasazení 2 vozidel. I tak model prodloužil linku 91 až na konečnou Rusecká. Jedná se o určitou „anomalitu“, jelikož tato oblast v žádném jiném navrženém systému obsloužena není.

Model doporučil v podvariantě A5 rozšíření obslužnosti do Kuklen a prodloužení linky z Nového Hradce Králové až do Kluků. Obě zmíněné oblasti nebyly v žádném jiném systému obslouženy. Oproti podvariantě A4 je obslužnost Pražského Předměstí jih zajištěna ze zastávky Adalbertinum přímo bez zajižďky přes zastávku Hlavní nádraží. Současně se liší obslužnost Moravského Předměstí a linka 91 je opět vedena pouze do konečné Truhlářská.

Tabulka 7 obsahuje zhodnocení jednotlivých podvariant po dopracování autorem, všechny sloupce obsahují hodnoty za běžný týden. V této tabulce se zohledňuje navržený jízdní řád

a turnusy. Do dopravního výkonu, pracovní doby řidičů a doby řízení se zde počítají manipulační jízdy. Ve sloupci dopravního výkonu jsou zohledněny změny na denních linkách, v ostatních sloupcích ne. Sloupec *Změna pracovní doby DL* obsahuje údaje o tom, jestli došlo k úspoře pracovní doby řidičů na denních linkách (záporná hodnota), nebo k nárůstu (kladná hodnota). Týdenní dopravní výkon zde převyšuje původní orientační hranice určené v části 2.3.5, s výjimkou podvarianty A4, kde se podařilo poměrně dobře využít již existující manipulační jízdy.

Tabulka 7 – Zhodnocení varianty A po dopracování autorem

Podvarianta	Dopravní výkon [km]	Počet vozidel [-]	Pracovní doba [h]	Doba řízení [h]	Využití pracovní doby [%]	Změna pracovní doby DL [h]
A1	697	3	87	30,6	35	-3,7
A2	733	3	86,5	33,7	39	-3,7
A3	855	3	87	36,7	42	-3,7
A4	1324	4	123,2	59,4	48	-6,4
A5	1288	6	146,3	59,6	41	-7,1

Zdroj: autor s využitím (7)

Ve všech podvariantách byl dodržen předpokládaný počet vozidel. U podvariant s minimálním rozstupem mezi rozjezdy 30 minut je i zde navrhnut systém s minimálními rezervami, který by byl náchylný na nepravidelnosti v provozu. Čekání na zpožděné vlaky by bylo v této variantě složitější, jelikož vždy pouze jedna linka obsluhuje zastávku Hlavní nádraží. Ostatní linky by tedy na tuto jednu linku musely čekat v bodě rozjezdu Adalbertinum. Ovšem spoje zmíněné linky by po trase z Hlavního nádraží na Adalbertinum mohly zpoždění zkrátit, ale i navýšit (například pokud by na zastávce Centrální nastupovalo větší množství cestujících).

V případě podvarianty A5 by se nabízelo Kukleny a Kluky obsluhovat pouze vybranými spoji. Kukleny jsou v současné době obslouženy o víkendu pouze jedním párem nočních spojů, v pracovní den nejsou, Kluky jsou bez noční obslužnosti trvale.

Shrnutí

Autor dochází k podobným závěrům jako při hodnocení varianty H v předchozí podkapitole 3.3. Dle názoru autora jsou 2 páry spojů o víkendu nedostatečné pro město velikosti Hradce Králové, proto by měla být upřednostněna podvarianta A2 před A1. Naopak 4 páry spojů v pracovní den a 7 párů o víkendu je již dle autorova názoru příliš „velkorysá“

nabídka. Proto kdyby bylo možno výrazněji navýšit dopravní výkon, měla by být spíše upřednostněna podvarianta A5 před A4. Podvarianta A3 nabízí při nižším navýšení dopravního výkonu dle autorova hodnocení dostatečnou plošnou obslužnost při zajištění 2 párů spojů v pracovní den a 4 párů o víkendu.

3.5 Zhodnocení umístění bodu rozjezdu

Varianta, kdy je za bod rozjezdu vybrána zastávka Hlavní nádraží, je výhodná zejména pro cestující, kteří přicestovali do města vlakem, nebo z něj naopak odjíždí vlakem. Vždy je možné se přepravit na nádraží přímo bez přestupu. Všechny spoje nočních linek obsluhují zastávku Hlavní nádraží, i když je to pro spoje v určitých časových polohách „zbytečné“, jelikož ne vždy existuje návaznost na železniční dopravu. Vzhledem k poloze bodu rozjezdu mimo „hlavní centrum“ města se ale komplikuje přeprava některých vnitroměstských cestujících. Zejména na trase Hlavní nádraží – Muzeum (někdy až k zastávce Magistrát města) se v některých případech stalo, že linky jedou souběžně.

Umístění bodu rozjezdu na zastávku Adalbertinum (varianta A) je výhodné z hlediska její polohy ve středu města. To je přínosné pro cesty v rámci města, kdy se cestující mohou přepravit do centra bez přestupu. Ovšem někteří cestující směřující na zastávku Hlavní nádraží musí přestupovat. I v této variantě ale docházelo k souběhu tras linek. Poměrně problematické bylo v některých případech řešení otáčení vozidel. V podvariantě A5 autor využil kapacitu zastávky Adalbertinum prakticky na maximum.

V případě varianty H bylo vždy nutné využít na každé lince „z kraje noci“ jedno vozidlo navíc, než bylo původně plánováno. Naopak ve variantě A se toto řešilo manipulačním přejezdem nebo vloženým spojem. Oboje ale není „chyba“ modelu nebo linkového vedení, ale rozložení spojů v čase. Autor upřednostnil časovou polohu spojů s ohledem na přestupní vazby a předpokládaný časový vývoj poptávky po přepravě, a to i za cenu těchto komplikací.

Pro rozhodnutí, která z variant je lepší, by bylo nutné provést podrobnější průzkum přepravní poptávky, případně nechat rozhodnout objednatele. Obě varianty mají své silné i slabé stránky. **Autor hodnotí umístění bodu rozjezdu na zastávku Adalbertinum jakožto lepší řešení** než v případě umístění na zastávku Hlavní nádraží. V tomto závěru se autor práce shoduje s autory SUMF, kteří bod rozjezdu též umístili na zastávku Adalbertinum.

Tabulka 8 slouží pro závěrečné zhodnocení umístění bodu rozjezdu. Jsou zde uvedeny rozdíly mezi údaji odpovídajících si podvariant A a H. Hodnoty v prvním řádku jsou získané jako rozdíl údajů podvarianty A1 a H1, a obdobně dále. Pokud je číslo kladné, pak byla hodnota vyšší ve variantě A, pokud záporné, pak byla ve variantě A nižší. Symbol ↑ znamená,

že vyšší je lepší, symbol ↓ je použit pro vyjádření, že menší je lepší. Pokud je číslo psané tučně, pak je v daném kritériu lepší daná podvarianta A, pokud kurzívou, pak je jako lepší hodnocena odpovídající podvarianta H.

Tabulka 8 – Porovnání jednotlivých podvariant A a H

Podvarianta	Užitek (model) [-] ↑	Užitek (GIS) [-] ↑	Dopravní výkon [km] ↓	Počet vozidel [-] ↓	Pracovní doba [h] ↓
1	388,3	712,5	<i>50,0</i>	-3	-6,2
2	2826,8	2047,8	<i>32,0</i>	-3	-9,5
3	388,3	712,5	<i>12,0</i>	-3	-6,2
4	565,7	1093,8	-194,0	-3	<i>9,4</i>
5	1494,7	82,8	<i>87,0</i>	-2	<i>10,1</i>

Zdroj: autor s využitím (7) (28)

Z hlediska hodnocení užitku jsou jednotlivé podvarianty A obecně lepší než odpovídající podvarianty H. Ovšem u podvariant A5 a H5 je při hodnocení užitku s pomocí GIS tento rozdíl zanedbatelný. Naopak s výjimkou podvarianty 4 je dopravní výkon ve variantě A vyšší. Maximální počet nasazených vozidel může být zkreslujícím údajem, jelikož vozidla „navíc“ byla u varianty H vždy využita pouze na jeden plnohodnotný spoj. V této tabulce se do pracovní doby již plně započítává doba řízení i doba prostoje včetně korekce zohledňující změny na denních linkách.

Je nutné znovu upozornit na fakt, že hodnocení zohledňuje současný jízdní řád na železnici (s výjimkou hodnocení užitku, ten se váže pouze na linkové vedení). V určitých případech by stačila drobná změna časové polohy některého ze zohledněných vlaků na to, aby došlo k výrazné změně v přijatých závěrech. I proto by objednatel, případně Dopravní podnik města Hradce Králové měli při plánování podobného systému aktivně jednat s dopravními technologiemi krajských úřadů Královéhradeckého a Pardubického kraje (osobní vlaky na trase Hradec Králové – Pardubice jsou provozovány z větší části na území Pardubického kraje). Je žádoucí, aby koncepce provozu nočních linek MHD a nočních vlaků byly v souladu.

ZÁVĚR

První kapitola této diplomové práce byla věnována obecně městské hromadné dopravě a specifikům jejího nočního provozu, základnímu seznámení s městem Hradec Králové, potenciálními zdroji a cíli přepravy v nočních hodinách ve městě. Dále byla provedena analýza současného provozu královéhradecké MHD, a to zejména v období mezi 23. a 5. hodinou, včetně návazností na další druhy dopravy. V závěru této kapitoly autor zmínil řešení nočního provozu MHD dle návrhové zprávy SUMF.

Druhá kapitola této práce byla zaměřena na samotný návrh nového systému nočních rozjezdů MHD v Hradci Králové. V úvodu kapitoly byla popsána metodika návrhu. Dále následovala charakteristika jednotlivých variant a podvariant. Ve třetí kapitole byly jednotlivé navržené systémy zhodnoceny.

Autor v této práci vytvořil variantní návrh nočních rozjezdů městské hromadné dopravy v Hradci Králové. Byly zkoumány varianty přestupního bodu buďto na zastávce Hlavní nádraží, nebo Adalbertinum. Ke každé variantě bylo vytvořeno 5 podvariant, které se liší zejména uvažovaným dopravním výkonem, počtem dostupných vozidel a počtem rozjezdů za týden. Jednotlivé podvarianty měly „simulovat“ zadání od objednatele. Tyto podvarianty se lišily vstupními údaji, proto nebylo možné obecně říci, která z nich je nejlepší.

Pro využití autorova přístupu v praxi by bylo pravděpodobně nutné provést důkladnější místní šetření pro přesnější určení jednotlivých parametrů modelu. Tyto parametry autor často stanovil na základě obecné zvyklosti v oboru, případně se je pokusil odhadnout, obvykle dle současného stavu. Jelikož model slouží pouze pro porovnávání jednotlivých řešení mezi sebou a jím vypočtený užitek je abstraktní číslo, bylo by dle autorova názoru provedení validace obtížné. V této práci se vytváří úplně nové systémy, prakticky bez vazby na ten současný. Současně autorovi není známo, že by existoval podobně zaměřený „konkurenční“ model, s kterým by bylo možné porovnat výsledky. Ve veřejné hromadné dopravě pochopitelně není možné jednotlivé systémy tohoto rozsahu variantně testovat v reálném provozu. Cestující bývají poměrně citliví na změny jízdních řádů.

Cíl, stanovený v úvodu, byl dle názoru autora splněn.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

1. **Ministerstvo dopravy ČR.** Vyhláška č. 122/2014 Sb. o jízdních řádech veřejné linkové dopravy. *ASPI*. [Online] 23. červen 2014. [Citace: 20. prosinec 2022.] <https://www.aspi.cz/products/lawText/1/82300/1/2?rem=j%C3%ADzdn%C3%AD%20%C5%99%C3%A1dy>.
2. **DRDLA, Pavel.** *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2021. 978-80-7560-361-6.
3. **Stadtwerke Lindau GmbH & Co. KG.** Streckenplan. *Stadtwerke Lindau*. [Online] 14. červenec 2022. [Citace: 4. únor 2023.] https://www.sw-lindau.de/media/filer_public/6f/0b/6f0bd2fb-d4af-4357-b584-3e81e9236915/22-07-14_streckenplan_2022.jpg.
4. **Český statistický úřad.** Počet obyvatel v obcích České republiky k 1. 1. 2022 . *Český statistický úřad*. [Online] 2022. [Citace: 17. duben 2022.] <https://www.czso.cz/documents/10180/165603907/1300722203.xlsx/8ec8719a-214a-4981-b00a-67025acf4219?version=1.1>.
5. **Správa železnic, státní organizace.** Jízdní řád. *Správa železnic*. [Online] 2022. [Citace: 17. listopad 2022.] <https://www.spravazeleznic.cz/cestujici/jizdni-rad>.
6. **Magistrát města Hradec Králové.** Komise místní samosprávy. *Hradec Králové*. [Online] 2023. [Citace: 29. leden 2023.] <https://www.hradeckralove.org/komise-mistni-samospravy/ds-1859>.
7. **Seznam.cz, a. s.** Mapy. *Mapy.cz*. [Online] 2023. [Citace: 25. únor 2023.] <https://mapy.cz/>.
8. **Statutární město Hradec Králové.** Správní rozdělení - hranice městských částí. *Hradec Králové OPENDATA*. [Online] 30. leden 2020. [Citace: 25. únor 2023.] <http://opendata.mmhk.cz/dataset/spravni-rozdeleni-hranice-mestskych-casti>.
9. **Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.** *Jízdní řády linky 18*. [Sbírka autora] 2019 - 2021.
10. —. Jízdní řád. *Dopravní podnik města Hradce Králové*. [Online] 2022. [Citace: 2. prosinec 2022.] https://www.dpmhk.cz/4/Jizdni_rady/.
11. **Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.** Vzory platných jízdenek a průkazů v MHD platné od 1.6.2022. *Dopravní podnik města Hradce Králové*. [Online] 1. červen 2022. [Citace: 2. prosinec 2022.] https://www.dpmhk.cz/common/cms_files/Vzory_202206.pdf.

12. **Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.** *Jízdní řády linek 51 a 52*. [Sbírka autora] 2015 - 2017.
13. —. Jízdní řády v pdf. *Dopravní podnik města Hradce Králové*. [Online] 2022. [Citace: 24. únor 2023.] https://www.dpmhk.cz/82/Zastavkove_jizdni_rady/#1.
14. **RoyalHaskoningDHV Czech Republic, spol. s r. o.** SUMF Závěrečná zpráva analytická. *Hradec Králové*. [Online] září 2017. [Citace: 17. únor 2022.] https://www.hradeckralove.org/assets/File.ashx?id_org=4687&id_dokumenty=67841.
15. **CHAPS spol. s r.o.** Jízdní řády IDOS. *IDOS*. [Online] 2023. [Citace: 20. leden 2023.] <https://idos.idnes.cz>.
16. **Královéhradecký kraj**. Plán dopravní obslužnosti 2022-2026. *Veřejná doprava Královéhradeckého kraje*. [Online] 2022. [Citace: 9. březen 2023.] <https://www.dopravahk.cz/filedownloads-2127-e8673e478384>.
17. **Spolek ŽelPage**. Hradec Králové hlavní nádraží - Příjezdy a odjezdy vlaků 2009. *ŽelPage*. [Online] 2009. [Citace: 10. březen 2020.] <https://www.zelpage.cz/odjezdy-2009/hradec-kralove.html>.
18. **Magistrát města Hradec Králové**. Strategický rámec rozvoje veřejné dopravy (SUMF). *Hradec Králové*. [Online] 23. leden 2019. [Citace: 17. únor 2023.] <https://www.hradeckralove.org/strategicky-ramec-rozvoje-verejne-dopravy-sumf/d-67615>.
19. **RoyalHaskoningDHV Czech Republic, spol. s r. o.** SUMF Závěrečná zpráva návrhová. *Hradec Králové*. [Online] září 2017. [Citace: 17. únor 2022.] https://www.hradeckralove.org/assets/File.ashx?id_org=4687&id_dokumenty=67843.
20. **Ředitelství silnic a dálnic České republiky**. I/31 Hradec Králové, křižovatka Mileta. *Ředitelství silnic a dálnic České republiky*. [Online] únor 2023. [Citace: 5. březen 2023.] https://apdos.roadmedia.cz/Upload/Stavby/245/infoletak_s31-hk-mileta.pdf?t=2023-02-03%2019:05:51.637.
21. **VOLTR, Václav**. Posouzení změn nočního provozu veřejné hromadné dopravy v okrese Hradec Králové. *Digitální knihovna UPCE*. [Online] 2021. [Citace: 2022. listopad 30.] https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/78017/VoltrV_PosouzeniZmen_PD_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
22. **LEDVINOVÁ, Michaela**. *Teorie dopravy*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2013.
23. **Statutární město Hradec Králové**. Budovy HK - počty obyvatel. *Hradec Králové OPENDATA*. [Online] 17. duben 2022. [Citace: 25. únor 2023.] <http://opendata.mmhk.cz/dataset/budovy-hk-pocty-obyvatel>.

24. —. Pasport pozemních komunikací - komunikace. *Hradec Králové OPENDATA*. [Online] 31. leden 2021. [Citace: 25. únor 2023.] <http://opendata.mmhk.cz/dataset/doprava-pasport-verejnych-komunikaci-komunikace>.
25. **BLÁHA, Jan D.** Vliv používání Křovákovy zobrazení v GIS na české uživatele. *ARCDATA PRAHA*. [Online] 2013. [Citace: 7. duben 2023.] http://download.arcdata.cz/konf/2013/prednasky/PDF/Blaha_UJEP.pdf.
26. **Český statistický úřad.** Hromadná ubytovací zařízení České republiky. *Hradec Králové*. [Online] 24. únor 2023. [Citace: 27. únor 2022.] <https://vdb.czso.cz/huz/obhuz.jsp?k=569810>.
27. **Statutární město Hradec Králové.** Statutární město Hradec Králové - Smlouva o veřejných službách v přepravě cestujících na území statutárního města Hradec Králové, dopravně připojených obcí a o kompenzaci za tyto služby pro roky 2016-2025, dodatek číslo Dodatek č. 18. *Registr smluv*. [Online] 28. prosinec 2022. [Citace: 12. duben 2023.] https://smlouvy.gov.cz/smlouva/soubor/28449801/Dodatek_c__18_ke_Smlouve_o_verejnych_sluzbach_na_r__2023_-_uzavreno.pdf?backlink=rg9qu.
28. **Heidelberg Institute for Geoinformation Technology at Heidelberg University.** Openrouteservice. *Openrouteservice*. [Online] 2023. [Citace: 4. duben 2023.] <https://openrouteservice.org/>.
29. **Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.** Schéma linek MHD. *Dopravní podnik města Hradce Králové*. [Online] 16. prosinec 2022. [Citace: 24. únor 2023.] https://www.dpmhk.cz/common/cms_files/schemata/Sch%C3%A9ma%20po%20link%C3%A1ch%20MHD%20v%20HK%20od%202022_12_16.pdf.
30. **Dopravní podnik města Pardubic a.s.** Jízdní řády. *Dopravní podnik města Pardubic*. [Online] 2023. [Citace: 8. únor 2023.] <https://www.dpmp.cz/cestovani-mhd/vyhledat-spojeni.html?active-tab=timeTables>.
31. **Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost.** Jak jezdí noční spoje? . *Dopravní podnik hlavního města Prahy*. [Online] 2023. [Citace: 8. únor 2022.] https://www.dpp.cz/kontakt/casto-kladene-dotazy/detail/44_75-jak-jezdi-nocni-spoje.
32. **Dopravní podnik města Brna, a. s.** Brněnské noční rozjezdy slaví 20 let. *Dopravní podnik města Brna*. [Online] 2020. [Citace: 17. únor 2023.] <https://www.dpmb.cz/brnenske-nocni-rozjezdy-slavi-20-let>.
33. **Královéhradecký kraj, odbor dopravy a silničního hospodářství, oddělení dopravní obslužnosti.** *Data o využití jednotlivých spojů veřejné linkové a železniční dopravy na území Královéhradeckého kraje*. 2022.

34. **Krajský úřad Pardubického kraje, odbor dopravy a silničního hospodářství, oddělení dopravní obslužnosti.** *Data o využití jednotlivých spojů veřejné linkové dopravy na území Pardubického kraje.* 2022.

35. **LEDVINOVÁ, Michaela.** *Optimalizace sítí veřejné dopravy.* [IS STAG] Pardubice : autor neznámý, 2021.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Linkové vedení MHD ve městě Lindau	77
Příloha B – Vymezení působnosti komisí místní samosprávy	78
Příloha C – Orientační schéma linek MHD v Hradci Králové	79
Příloha D – Zdroje a cíle cest v nočních hodinách v Hradci Králové	80
Příloha E – Provoz denních linek v nočním období, pracovní den.....	82
Příloha F – Provoz denních linek v nočním období, víkend.....	84
Příloha G – Provoz nočních linek	86
Příloha H – Noční provoz MHD v ostatních městech	87
Příloha I – Návaznost MHD a dalších druhů VHD v nočních hodinách	88
Příloha J – Využití nočních aut. spojů z/do Hr. Králové v jednotlivých dnech prac. týdne.....	91
Příloha K – Využití vlaků do/z Hradce Králové v nočních hodinách	92
Příloha L – Rozdělení města na okrsky	95
Příloha M – Návrh soustavy linek (Routing and Frequencing)	96
Příloha N – Varianta H1	97
Příloha O – Varianta H2	99
Příloha P – Varianta H4	100
Příloha Q – Varianta H5	101
Příloha R – Varianta A1	102
Příloha S – Varianta A2	104
Příloha T – Varianta A4.....	105
Příloha U – Varianta A5	106

Příloha A – Linkové vedení MHD ve městě Lindau

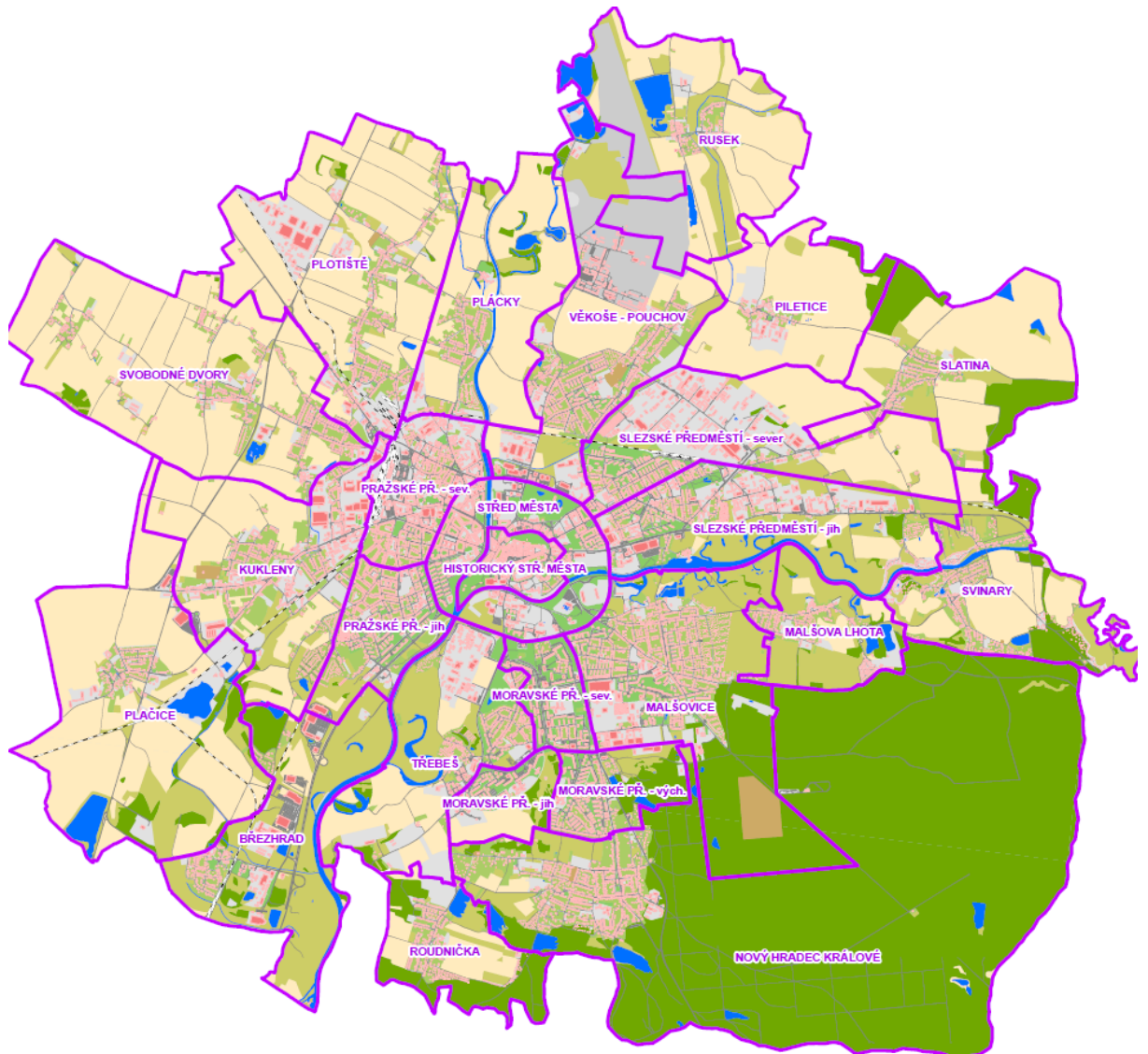
STRECKENPLAN

Stadtverkehr Lindau (B) GmbH



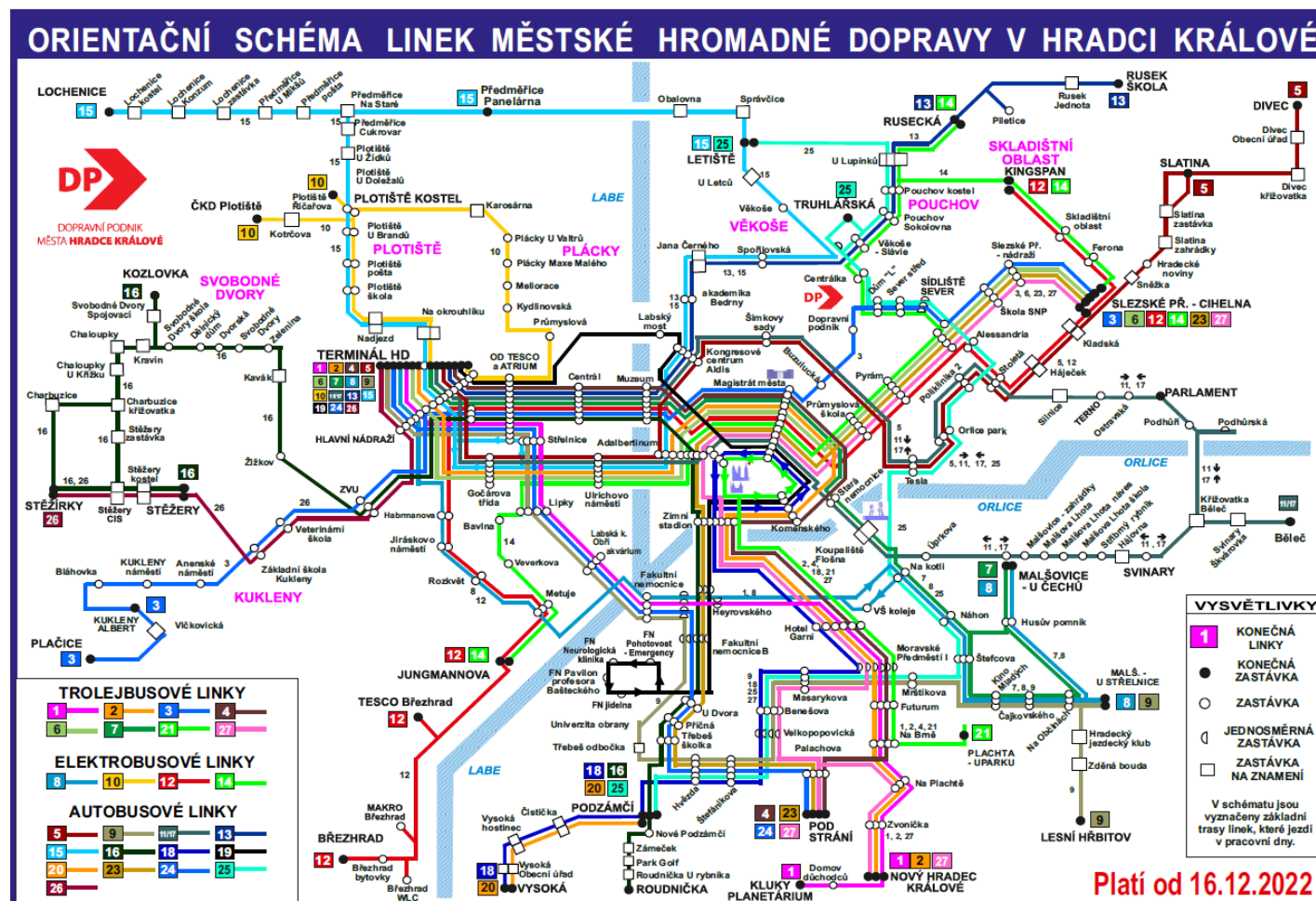
Zdroj: (3)

Příloha B – Vymezení působnosti komisí místní samosprávy



Zdroj: (6)

Příloha C – Orientační schéma linek MHD v Hradci Králové



adresa: Dopravní podnik města Hradce Králové, a.s.
Pouchovská 153, 500 03, tel.: 495 089 111, fax: 495 544 455

INTERNETOVÉ STRÁNKY: www.dpmhk.cz
e-mail: info@dpmhk.cz
















DOPRAVNÍ INFORMACE tel.: 495 546 095

Příloha D – Zdroje a cíle cest v nočních hodinách v Hradci Králové

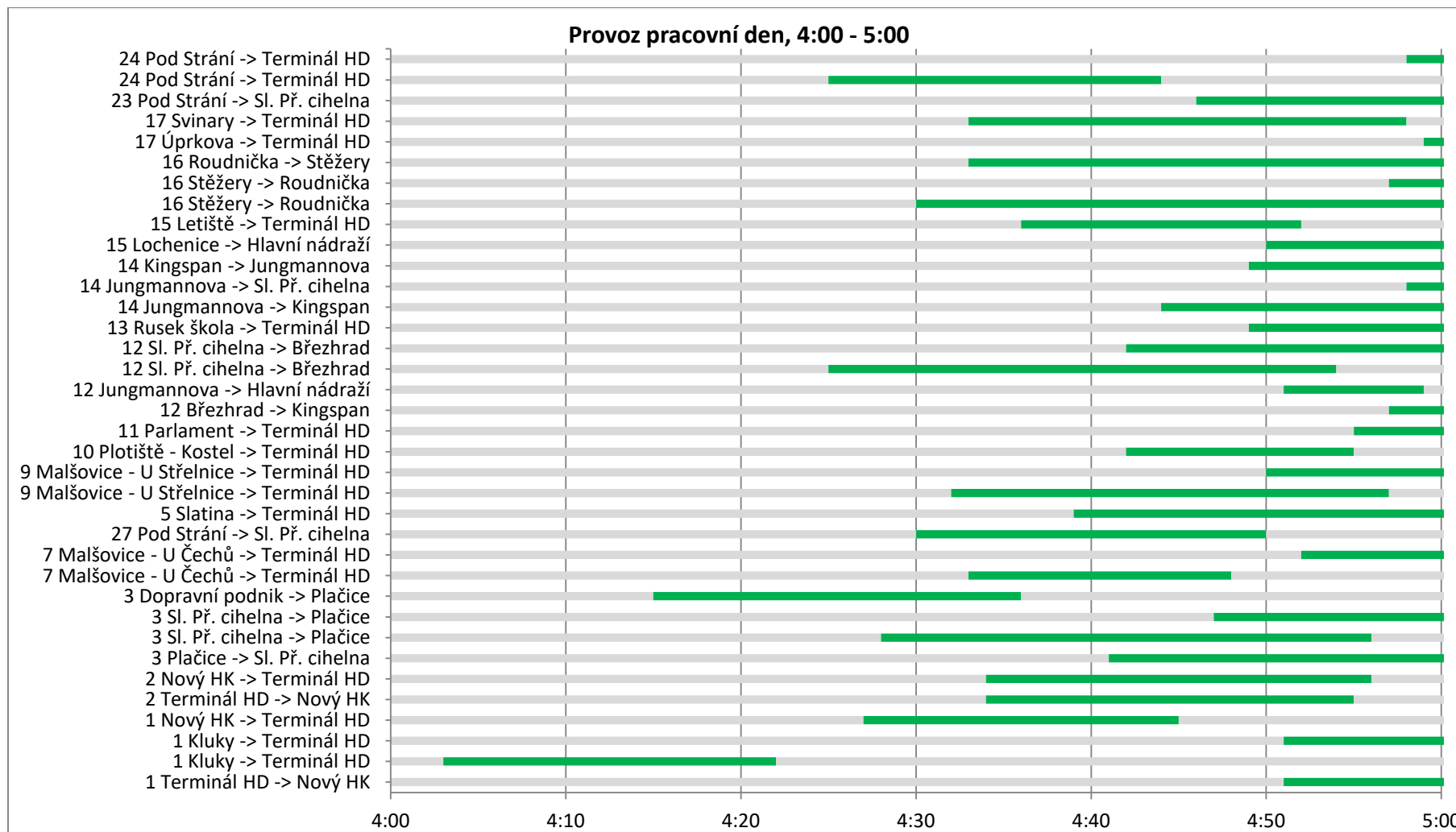


Zdroj: autor s využitím (7) (26)

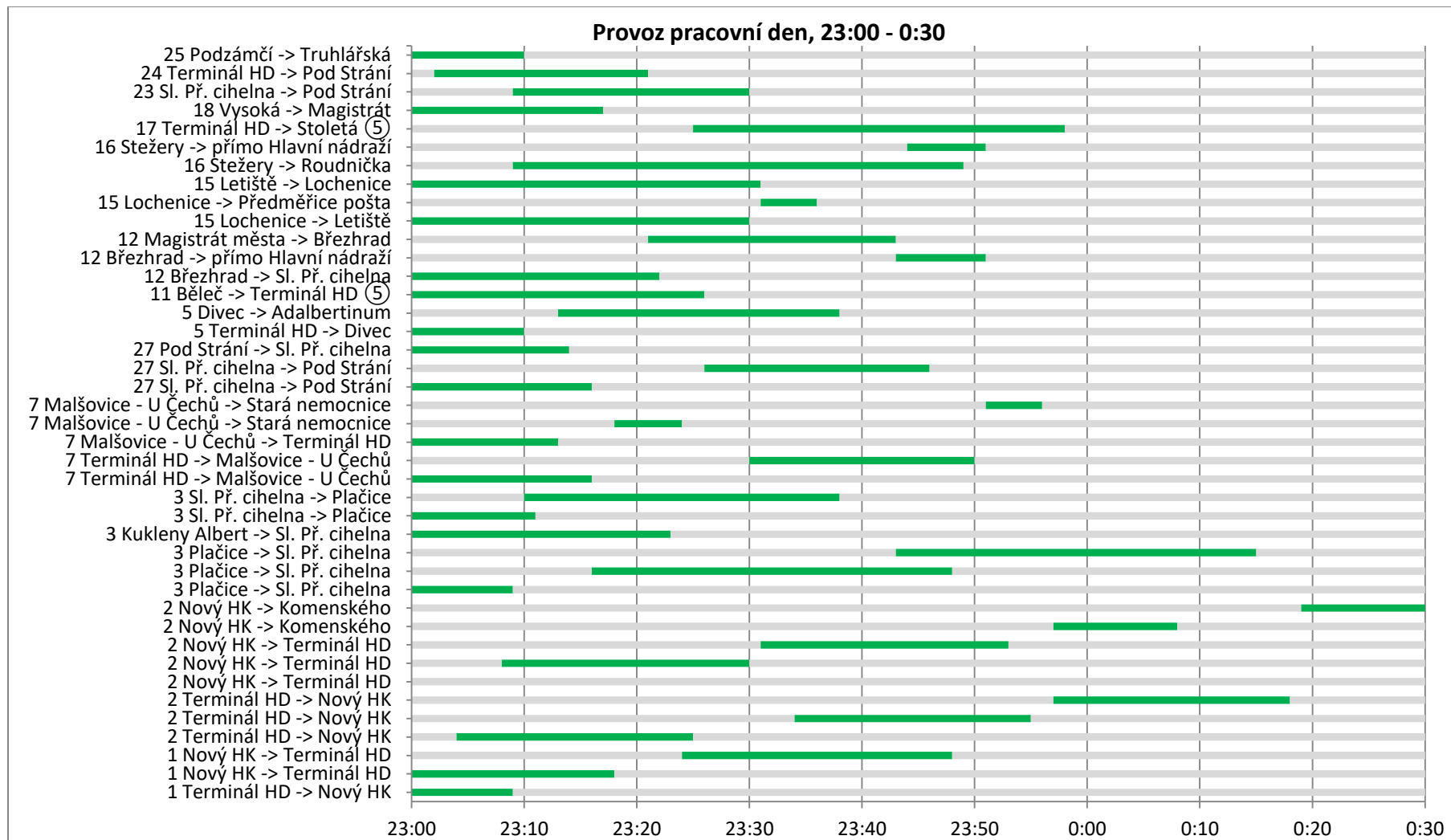
Legenda

-  Zastávka (pouze MHD)
-  Zastávka (pouze veřejná linková doprava)
-  Zastávka kombinovaná (MHD a veřejná linková doprava)
-  Zastávka využitá v daném systému (pouze schémata linkového vedení)
-  Stanoviště zastávky (pokud se nachází dále)
-  Přestup na železniční dopravu (00 – 24)
-  Přestup na železniční dopravu (04 – 23)
-  Terminál hromadné dopravy (04 – 23)
-  Ubytovací zařízení (101 a více pokojů)
-  Ubytovací zařízení (51 až 100 pokojů)
-  Ubytovací zařízení (11 až 50 pokojů)
-  Stravovací zařízení s nočním provozem, noční klub
-  Kongresové nebo kulturní centrum
-  Kino
-  Zóna centrum města

Příloha E – Provoz denních linek v nočním období, pracovní den

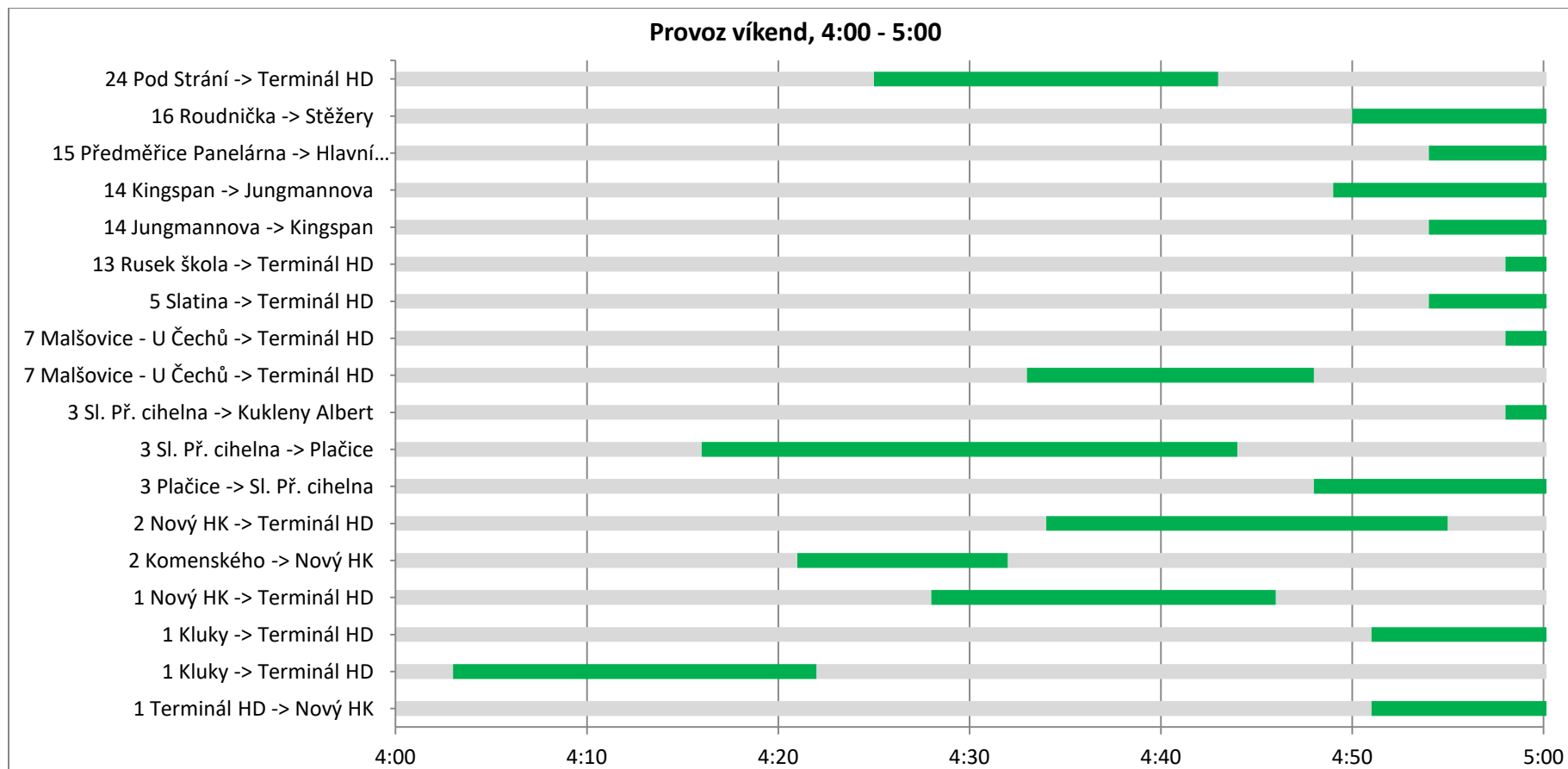


Zdroj: autor s využitím (10)

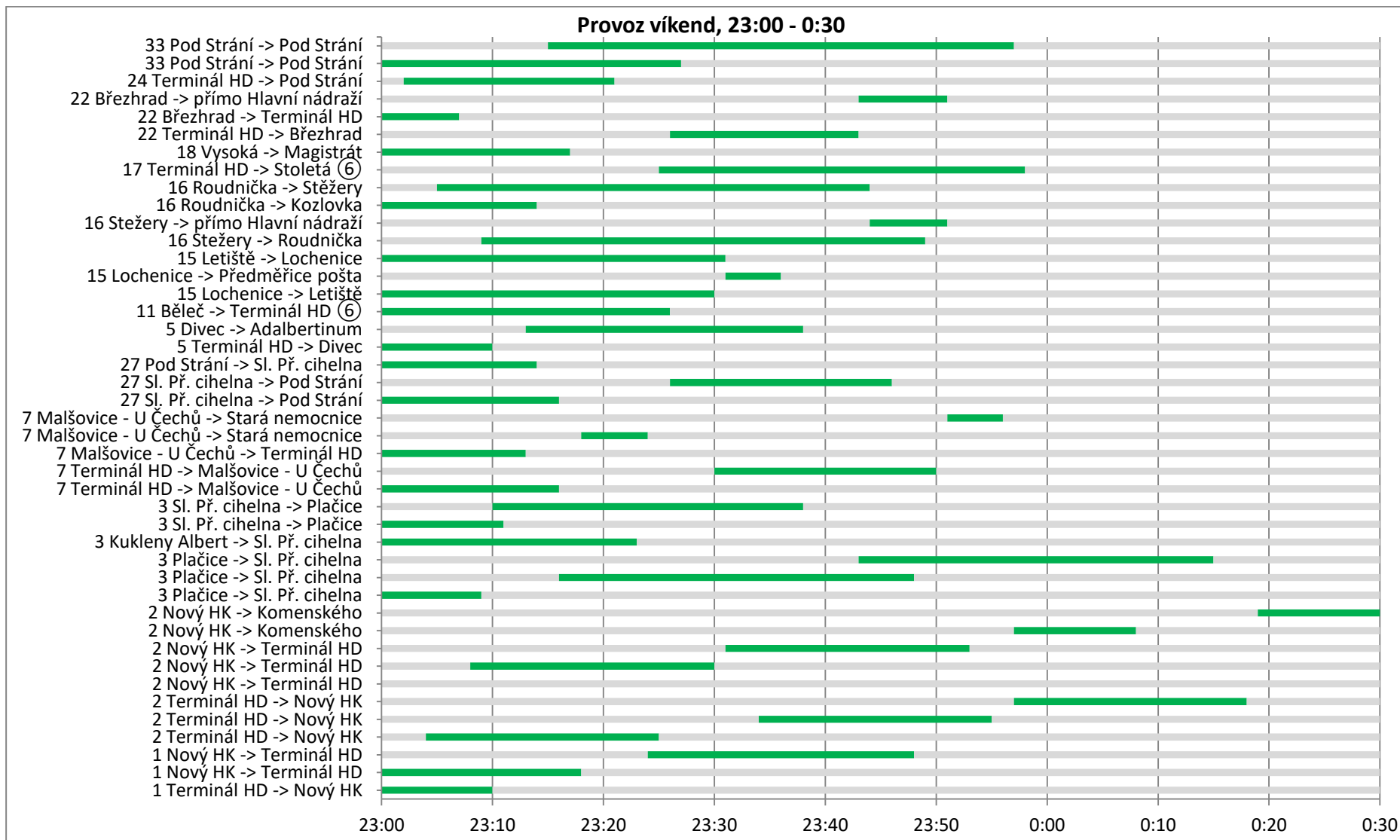


Zdroj: autor s využitím (10)

Příloha F – Provoz denních linek v nočním období, víkend

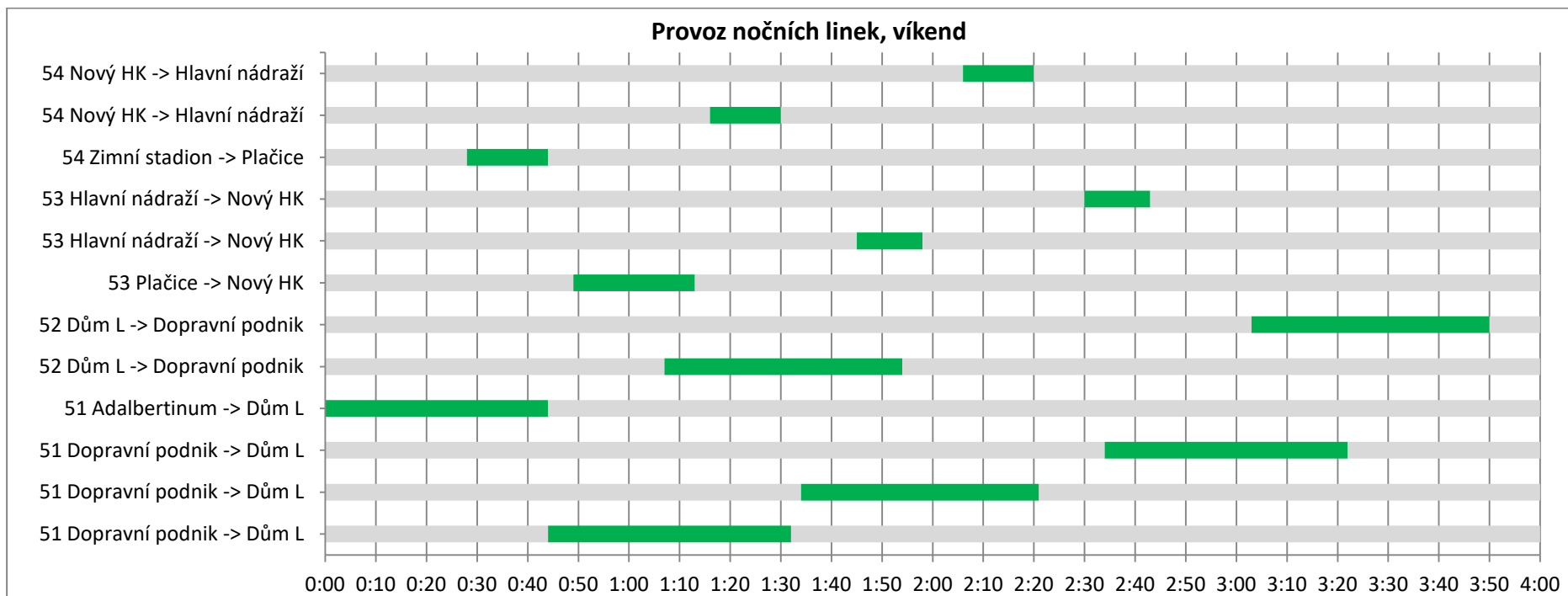
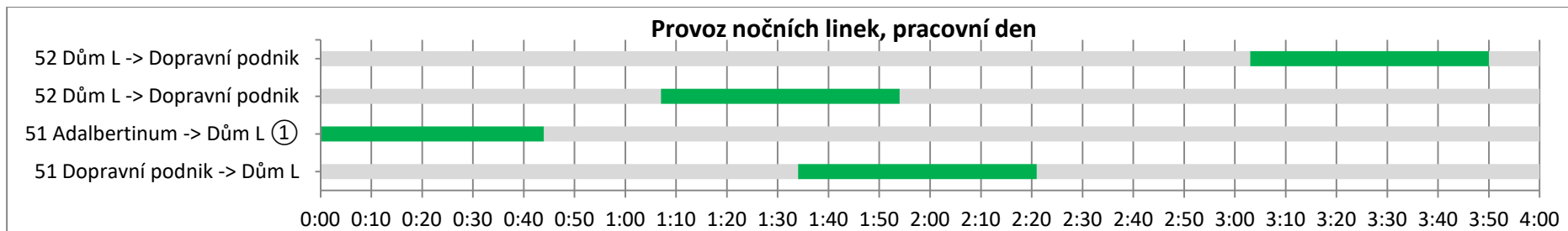


Zdroj: autor s využitím (10)



Zdroj: autor s využitím (10)

Příloha G – Provoz nočních linek



Zdroj: autor s využitím (10)

Příloha H – Noční provoz MHD v ostatních městech

Jakožto doplnění analýzy současného stavu nočního provozu MHD v Hradci Králové je vhodné zmínit situaci i v jiných městech. Jako první se nabízí blízké Pardubice s podobným počtem obyvatel, které jsou taktéž krajským městem. Významným rozdílem je však dostupnost železniční dopravy – Pardubice leží na 1. a 3. tranzitním železničním koridoru, díky čemuž je zde velmi dobrá nabídka dálkové vnitrostátní i mezistátní železniční dopravy (včetně nočních vlaků kategorie EuroNight) (15).

V Pardubicích jsou celotýdenně provozovány dvě noční linky – obousměrná radiální linka 98 a jednosměrná polookružní linka 99. Přestup mezi linkami 98 a 99 je zajištěn bez dalšího tarifního odbavení na zastávce Hlavní nádraží, odkud spoje odjíždí vždy několik minut po každé celé hodině mezi půlnocí a 4. hodinou ranní. Jízdní řád je shodný pro každý den v týdnu. Na lince 98 je provozováno 8 spojů (5 v lichém směru z Hlavního nádraží, 3 v sudém na Hlavní nádraží), na lince 99 je nabízeno 5 spojů. Některé spoje ovšem nejedou celou trasu (30). Při srovnání s Hradcem Králové je v Pardubicích dle názoru autora širší nabídka, a to zejména co se týká počtu spojů a jejich rozložení v čase.

V Praze je v noci provozováno 9 tramvajových linek s centrální přestupní zastávkou Lazarská (interval 30 minut, v noci z pátku na sobotu a ze soboty na neděli 20 minut). Tramvajové linky jsou doplněny linkami městských autobusů s intervalem 30 nebo 60 minut. Na nočních linkách platí běžné jízdné (31).

Městská hromadná doprava v Brně nabízí 11 nočních linek s hromadnými odjezdy z přestupního uzlu Hlavní nádraží (v provozu každý den mezi 23:00 až 5:00, o víkendu je provoz prodloužen do 7:00). Brněnský systém nočních rozjezdů v roce 2020 oslavil 20 let provozu, během kterých byl inspirací pro řadu dalších evropských měst. Vybrané spoje jsou prodlouženy i za hranice města (32).

Příloha I – Návaznost MHD a dalších druhů VHD v nočních hodinách

Všechny zde zmíněné spoje veřejné linkové dopravy jedou pouze v pracovní dny. U vlaků naopak platí, že pokud není uvedeno jinak, jedou každý den v týdnu. Údaje v této příloze pochází z veřejně přístupných jízdních řádů, platných k 16. 3. 2023 (15).

Návaznosti v období 23:00–23:40

Osobní vlak 20228 (ze směru Solnice, Rychnov nad Kněžnou a Týniště nad Orlicí, v Hradci Králové zastavuje ještě na Slezském Předměstí a na zastávce v Pouchově) přijíždí do stanice Hradce Králové hlavní nádraží ve 23:23, Os 6256 (ze směru Pardubice) ve 23:32. Osobní vlak 20228 využívají do Hradce Králové celotýdenně pouze nižší jednotky cestujících, u Os 6256 již je obsazenost vyšší, a to zejména v sobotu (sobotní průměr 35 cestujících, celkový průměr přibližně 20 cestujících).

Z těchto dvou vlaků je možné přestoupit na několik denních linek. Velmi těsný by byl přestup z Os 20228 na spoje linek 3 (do Kuklen a Plačic) a 16 (do Stěžer přes Svobodné Dvory), oba s odjezdem 23:27. O minutu později odjíždí spoje linek 12 (směr Březhrad přes Farářství) a 16 (směr Roudnička přes centrum města a Třebeš). Dále je možné uvažovat spoje linek 3 (odjezd 23:31 směr Slezské Předměstí), 7 (odjezd 23:31 směr Malšovice) a 2 (odjezd 23:35 směr Moravské Předměstí a Nový Hradec Králové). Žádný z těchto přestupů není vhodný pro cestující z Os 6256, jehož příjezd do Hradce Králové byl oproti minulým jízdním řádům posunut do pozdější časové polohy. Tito cestující mohou využít pouze spoje linek 2 a 3 až ve 23:58. Všechny spoje MHD zmíněné v tomto odstavci jedou celotýdenně, s výjimkou spoje linky 12, který je o víkendu nahrazen spojením linky 22 (odjíždí o minutu dříve, tedy ve 23:27). Pro doplnění je vhodné uvést možnost přestoupit z Os 20228 na Slezském Předměstí (23:16) na spoj linky 27 (odjezd 23:27 směr centrum a Pod Strání).

Spoj 27 linky 650601 vyjíždí z Pardubic ve 22:30, do Hradce Králové na Terminál HD pak přijíždí ve 23:15. Tento spoj tedy může sloužit pro odvoz zaměstnanců z odpoledních směn, avšak pro přímé cesty z Pardubic do Hradce Králové může být pro většinu cestujících zajímavější Os 6256. Výhodou tohoto spoje ovšem je, že v Hradci Králové obsluhuje několik zastávek v Třebši a centru města. Na zastávce Podzámčí je možné přestoupit na spoj linky 18 směr Magistrát města (zde je velmi těsný přestup 3 minut), případně spoj linky 16 směr Stěžery (na přestup je 8 minut). Na zastávce Zimní stadion (příjezd ve 23:07) připadá v úvahu přestup na spoj linky 2 ve 23:15 směr Nový Hradec Králové, případně ve 23:19 na spoj linky 2 směr Terminál HD nebo 23 směr Pod Strání. Ze zastávky Šimkova (příjezd ve 23:10) lze dojít na zastávku Magistrát města, kde je možný přestup na spoj linky 12 s odjezdem ve 23:15

směr Slezské Předměstí nebo 23:21 směr Březhrad, případně na spoj linky 3 ve 23:20 ve směru Plačice. Celkově tedy lze konstatovat, že pokud se cíl cesty nenachází poblíž hlavního nádraží, pak je jízda spojem linky 601 výhodnější než jízda vlakem. Ovšem dle provedeného vyhodnocení je průměrné využití tohoto spoje až do Hradce Králové v rozmezí 3 až 5 cestujících (maxima dosahuje v pátek).

Návaznosti v období 4:20–5:10

V této části jsou řešeny návaznosti MHD na první ranní spoje z a do Hradce Králové. Zařazeny jsou ty spoje, které přijíždí do Hradce Králové před 5:00 nebo z něj odjíždí do 5:10. Tabulka II obsahuje jejich souhrn.

Tabulka II – První ranní spoje do/z Hradce Králové

Spoj	Omezení	Příjezd	Ze směru	Odjezd	Do směru
Os 20201	⊗Ⓞ			4:25	Solnice
650601/2	⊗			4:25	Pardubice (přes Dříteč)
Os 6223				4:34	Pardubice
611101/2	⊗	4:53	Nový Bydžov		
Os 5610		4:56	Týniště n. Orlicí		
Os 6200	⊗	4:58	Pardubice	5:00	Jaroměř
Os 6201	⊗	4:59	Jaroměř	5:04	Pardubice
Os 5500	⊗			5:04	Turnov (přes Jičín)
Sp 1821				5:05	Letohrad (přes Týniště n. O.)
611107/3	⊗			5:05	Dvůr Králové n. Labem
R 952				5:08	Praha (přes Nymburk)
650600/4	⊗			5:10	Pardubice (přes Hrobice)

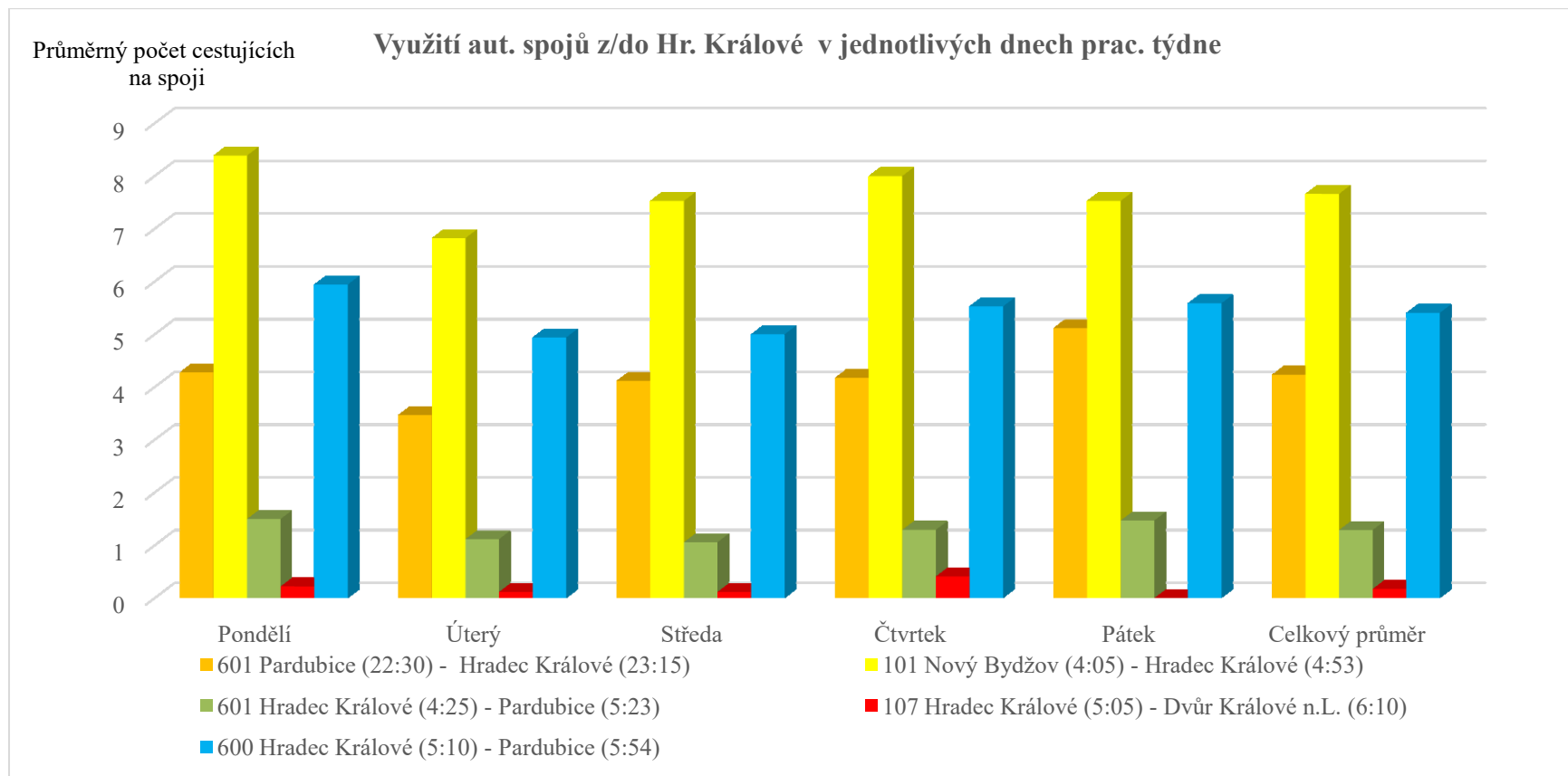
Zdroj: autor na základě (15)

Pro cestující, kteří chtějí využít Os 20201 nebo spoj 2 linky 650601, je vhodný pouze spoj noční linky 52. Jeho využití ale pro cestující znamená nutnost čekat přibližně 45 minut. Velmi těsný by byl přestup z prvního spoje linky 1 z Kluků, který na zastávku Hlavní nádraží přijede každý den v 4:21. Pro přestup na Os 6223 lze v pracovní dny využít navíc první spoj linky 3 (příjezd 4:25), který ale začíná až na zastávce Dopravní podnik. Pro většinu cestujících, kteří chtějí přestoupit na tyto spoje, je tedy MHD nevyhovující. Ovšem Os 20201 zastavuje ve městě ještě na zastávce v Pouchově a ve stanici na Slezském Předměstí, linka 650601 má též několik dalších zastávek v Hradci Králové.

Pro přepravu na první ranní rozjezd z Hradce Králové v 5 hodin lze v pracovní dny využít MHD prakticky ze všech částí města, problematický někdy může být přestup na Os 6200, který odjíždí jako první již v 5:00. O víkendu je v brzkých ranních hodinách nabídka spojů MHD výrazně redukována, ovšem z řešeného rozjezdu jede pouze R 952 a Sp 1821. Z Nového Hradce Králové či Moravského Předměstí lze využít spoje linek 1 a 2, z Malšovic spoj linky 7.

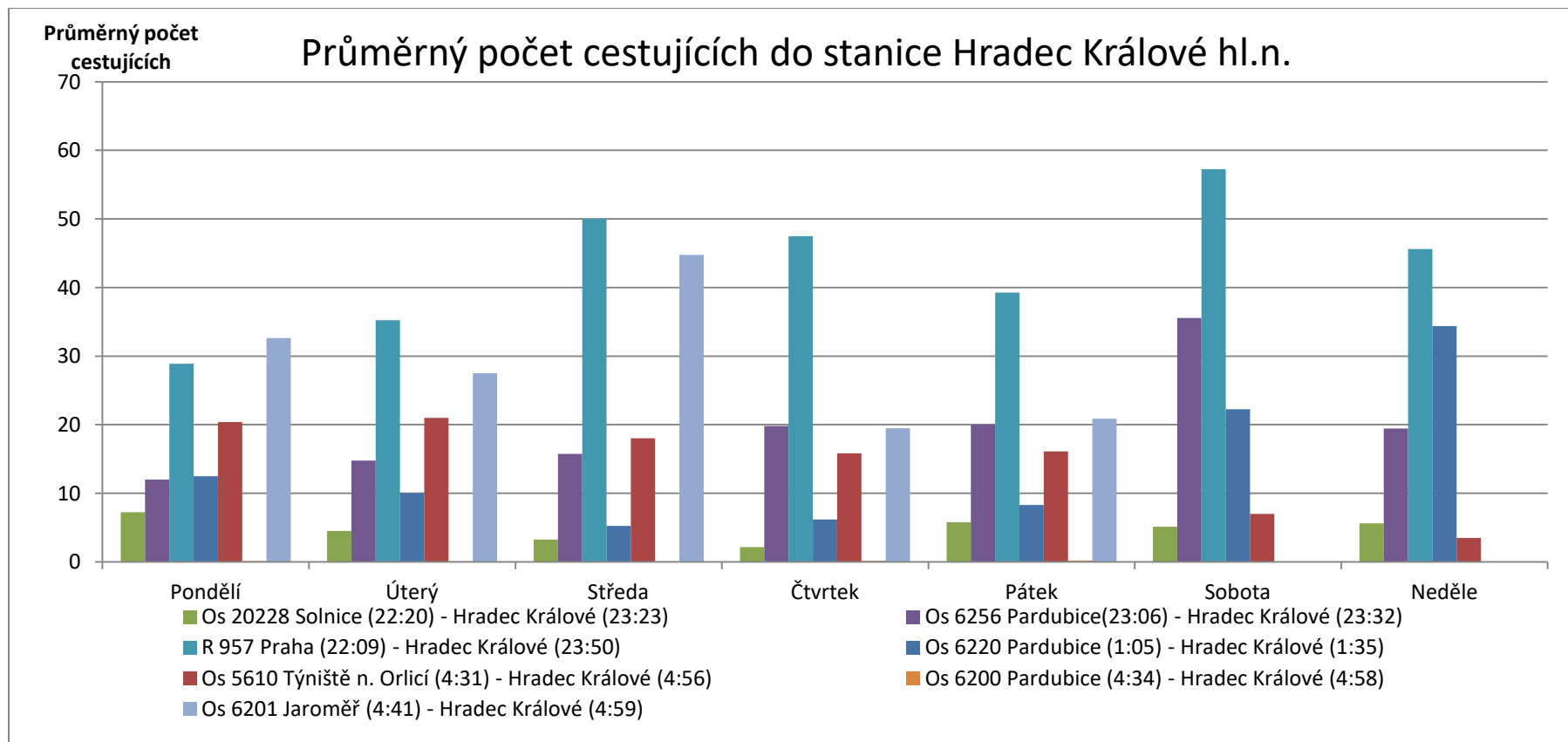
Cestující, kteří přijedou do Hradce Králové, mohou ze zastávky Hlavní nádraží využít spoje linek 2 ve směru Nový Hradec Králové (odjezd 5:01), 9 ve směru Malšovice (odjezd 5:02), 3 ve směru Plačice (odjezd 5:04), 24 směr Pod Strání (odjezd 5:08) a 7 do Malšovic (odjezd 5:08). Dále od 5:15 začíná provoz dalších denních linek do většiny částí města. O víkendu je v provozu pro přepravu do Hradce Králové pouze Os 5610. Z něj je možný přestup pouze na spoje linek 3 (odjezd 5:02 směr Slezské Předměstí) a 24 (odjezd v 5:03 směr Pod Strání). Na další spoje musí cestující čekat více jak 15 minut.

Příloha J – Využití nočních aut. spojů z/do Hr. Králové v jednotlivých dnech prac. týdne

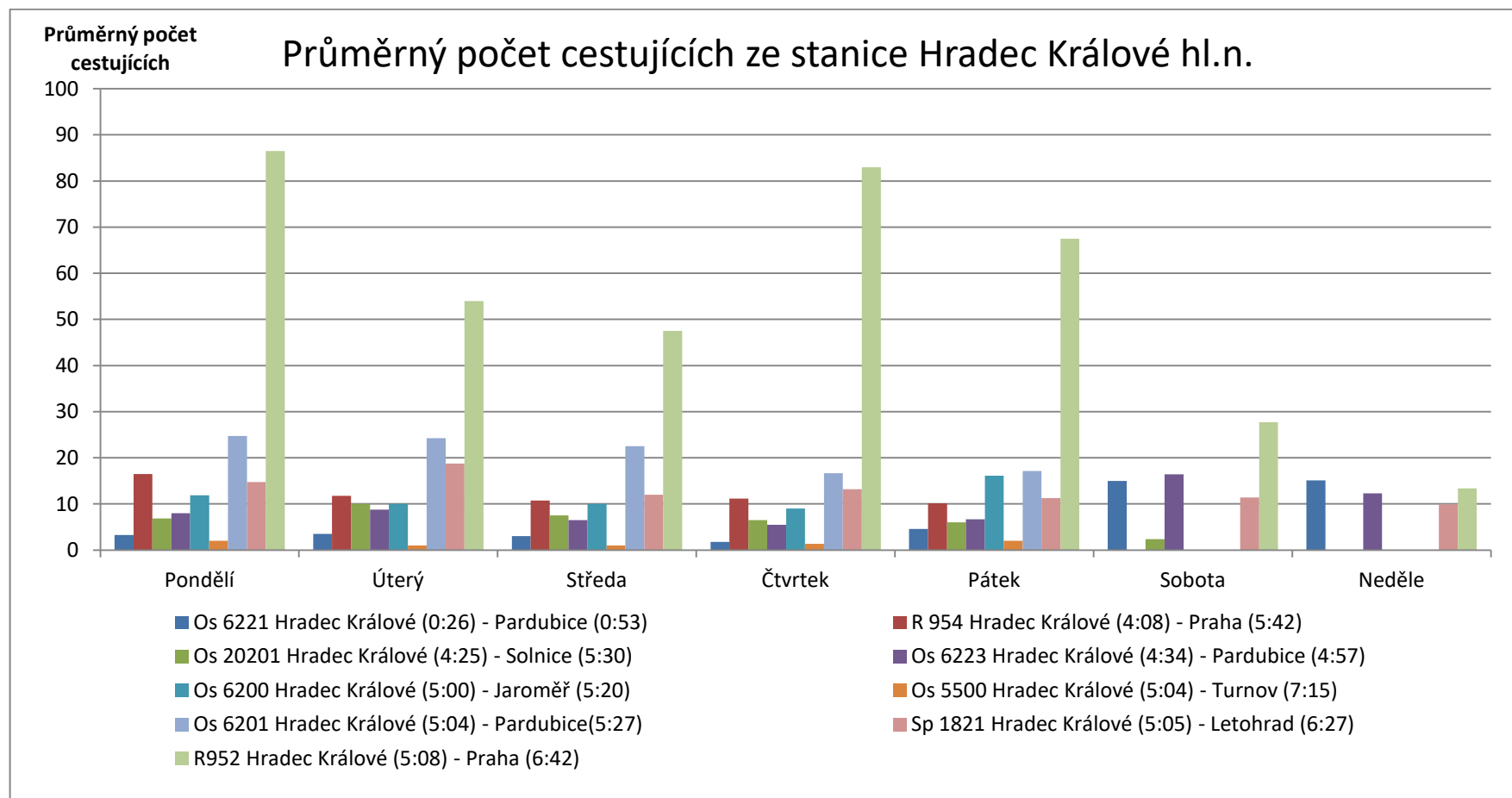


Zdroj: autor na základě (33) (34)

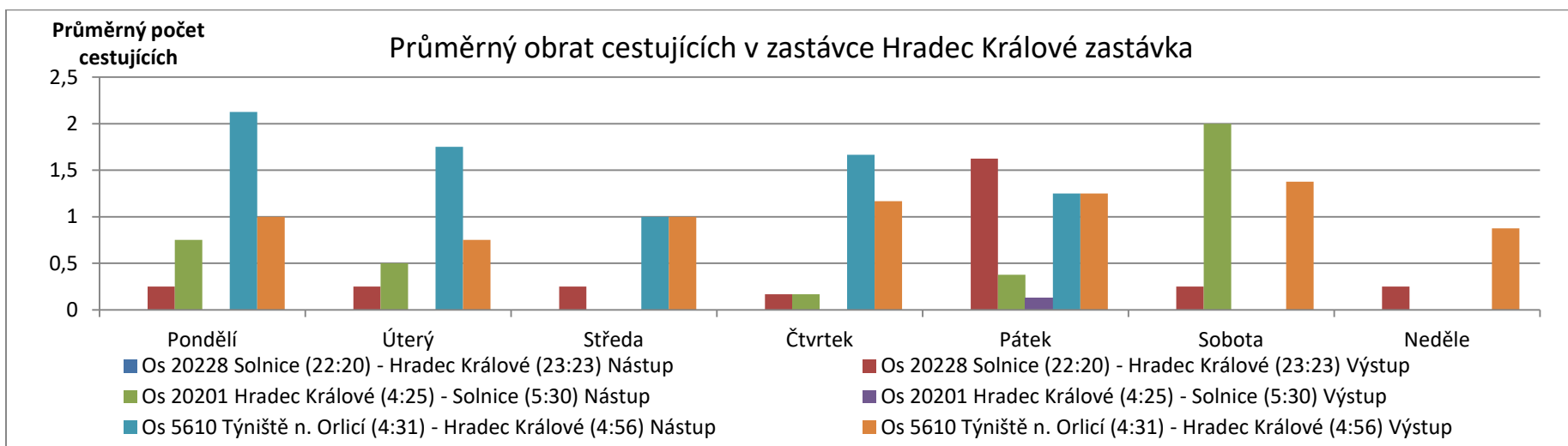
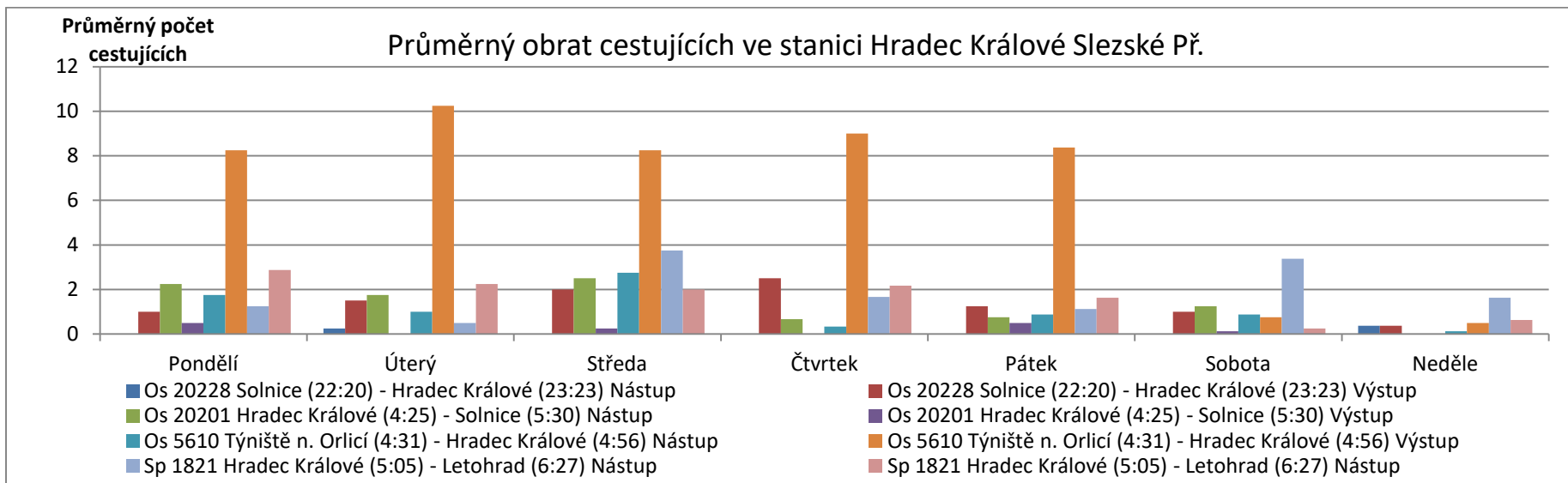
Příloha K – Využití vlaků do/z Hradce Králové v nočních hodinách



Zdroj: autor na základě (33)



Zdroj: autor na základě (33)



Zdroj: autor na základě (33)

Příloha L – Rozdělení města na okrsky

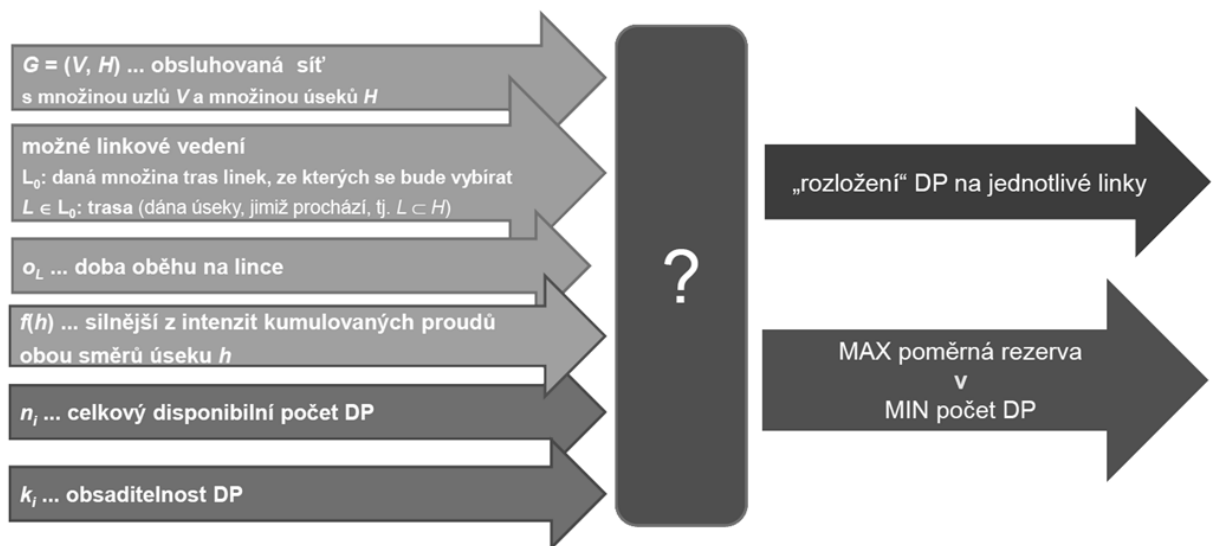


Zdroj: autor s využitím (7) (8) (23) (24)

Příloha M – Návrh soustavy linek (Routing and Frequencing)

Původní model, který je prezentován v rámci předmětu teorie dopravy, slouží k určení tras linek (routes) a počtu spojů na těchto linkách za časovou jednotku (frequencies). Základními předpoklady je, že **žádný cestující nebude z přepravy vyloučen** a současně je dopředu znám **počet vozidel** a jejich rychlost v provozu. V modelu se pracuje s úsekovým (mezizastávkovým) chápáním poptávky, tedy bez ohledu na to, kam dále cestující směřují. Důležitým údajem je poměrná rezerva v úseku. Tento údaj určuje, kolikrát je nabízená kapacita na úseku větší než poptávka. Při řešení úlohy jako jednokriteriální se buďto maximalizuje minimální poměrná rezerva (max min problém – co nejlepší situace na nejhorším úseku v systému), nebo minimalizuje počet nasazených vozidel (minimální poměrná rezerva je pak omezující podmínkou) (22).

Vstupy do modelu a výstupy z něj přehledně zobrazuje obrázek níže (obrázek M1). Takto je model řešitelný prostředky lineárního programování (simplexová metoda).



Obrázek M1 – Model návrhu soustavy linek

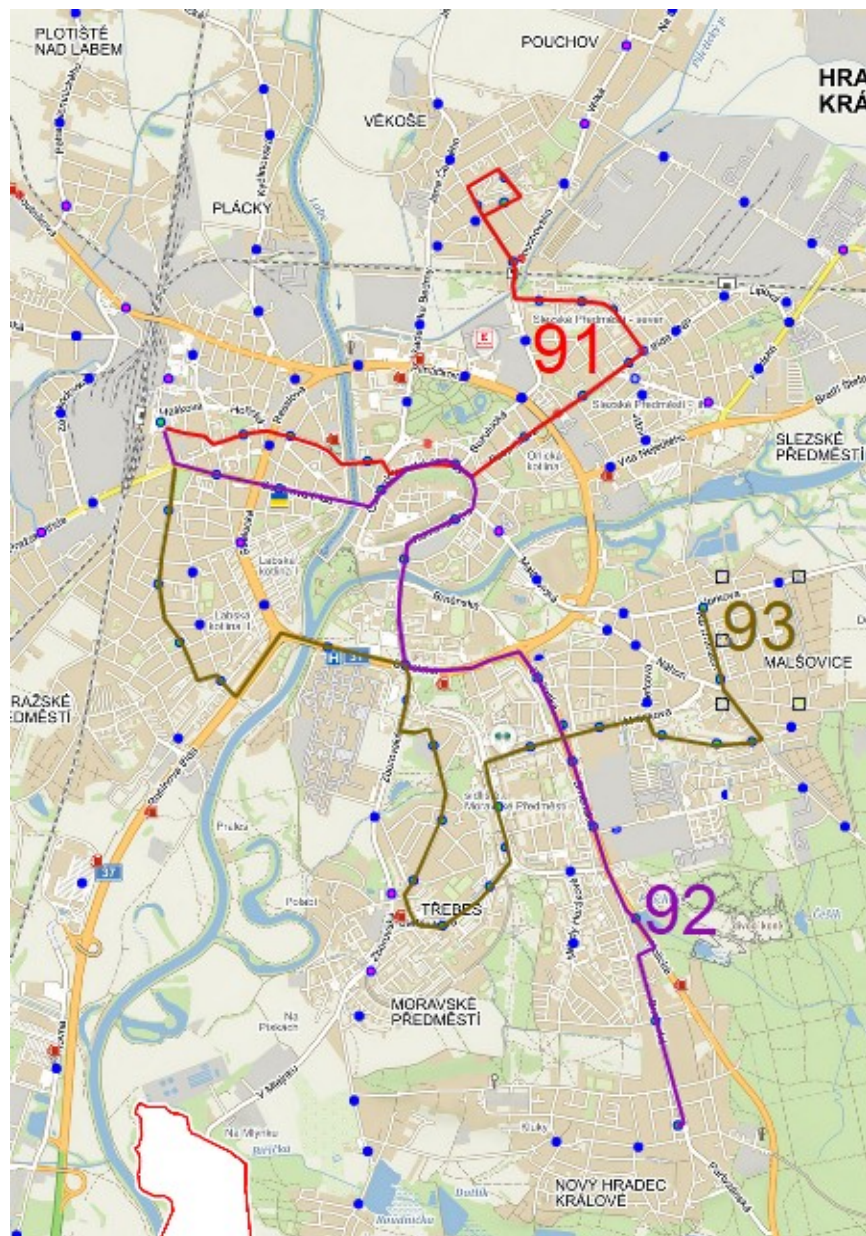
Zdroj: (13)

Původní úlohu lze různě modifikovat. Základní otázkou je, jestli mohou vozidla přejíždět mezi linkami, dále lze řešit zaměnitelnost dopravních prostředků (například autobusy nebo trolejbusy). Pokud jsou dopravní prostředky nezaměnitelné, pak je třeba určit, jestli se mohou, nebo nemohou doplňovat (lze využít autobus na trolejbusovou linku?) (35).

Tabulka N1 – Vozidla H1

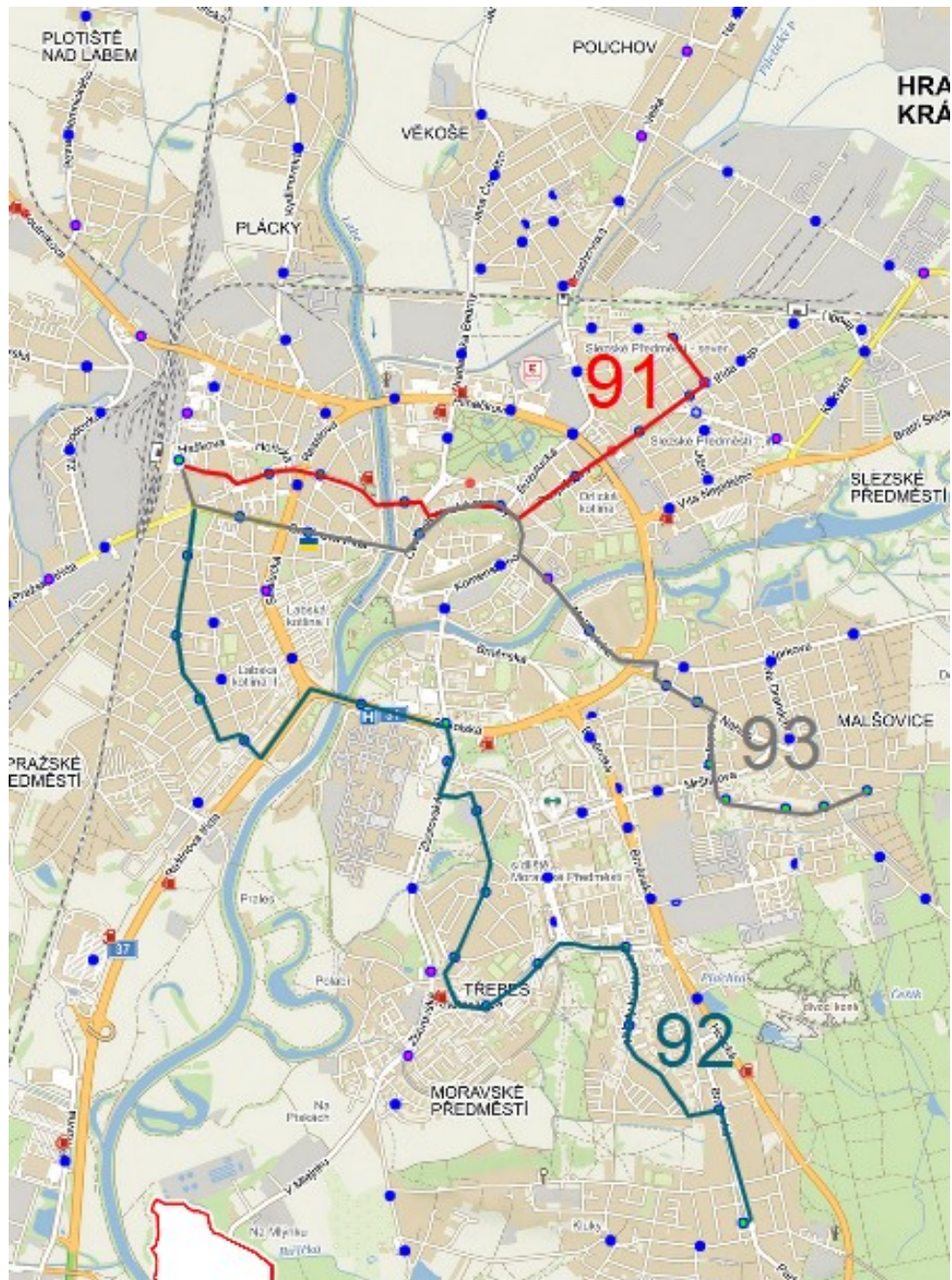
Vozidlo	Začátek	Spoje	Konec
91-1	Vozovny (23:56)	91/90 → 91/1 → MA	Vozovny (0:21)
91-2	Vozovny (23:58)	91/91 → 91/2 → MA → 91/92 → 91/3 → 91/4 → 91/93	Vozovny (3:55)
92-1	Hlavní nádraží z 12 (23:51)	92/1 → 92/92	Vozovny (0:40)
92-2	Nový Hradec Král. z 2 (23:58)	92/2 → 92/3 → 92/4 → MA	Vozovny (3:50)
93-1	Malš. – U Čechů ze 7 (23:50)	93/2 → 93/3 → 93/4 → MA	Vozovny (3:50)
93-2	Hlavní nádraží z 16 (23:51)	93/1	Vozovny (0:30)

Zdroj: autor



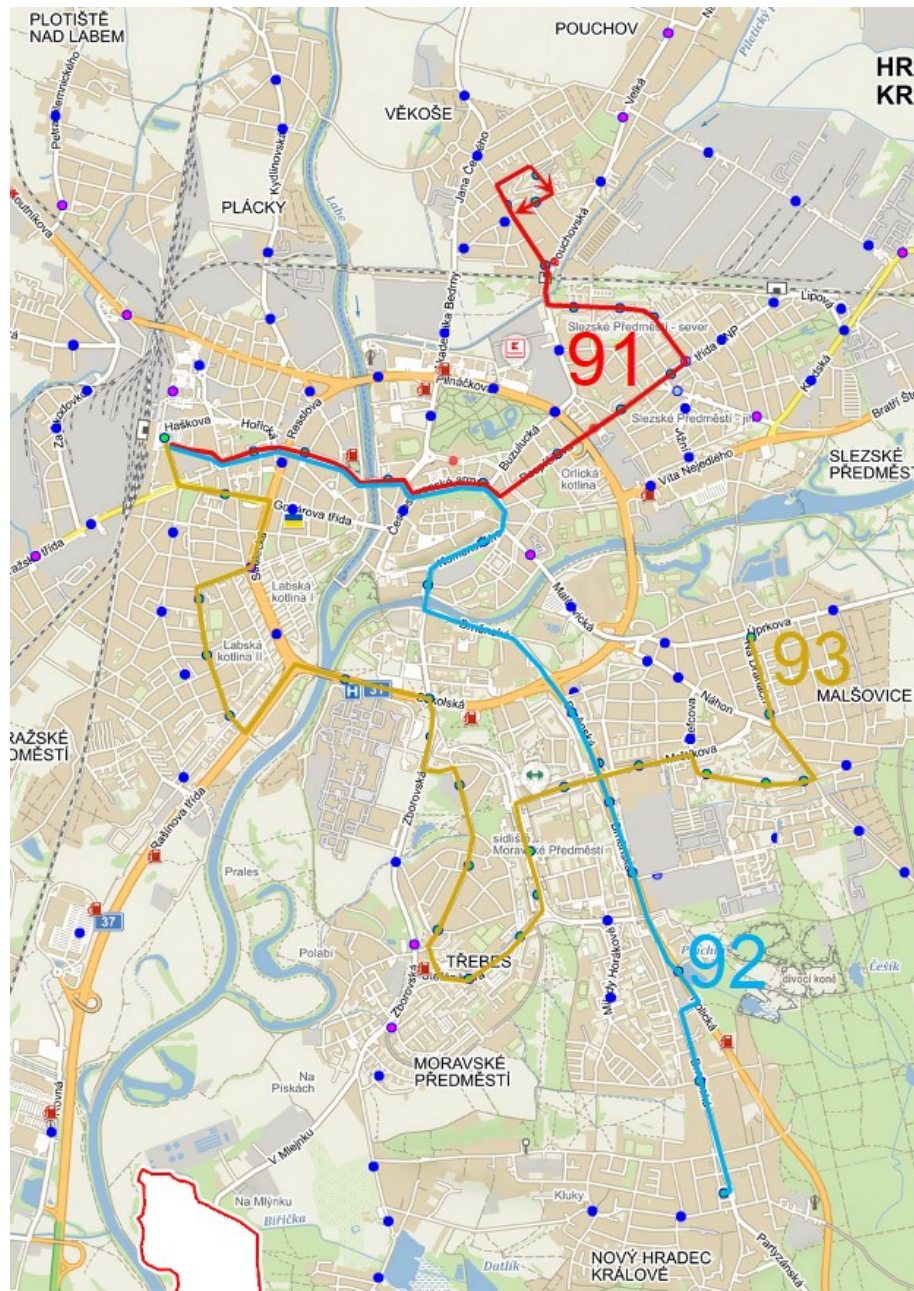
Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha O – Varianta H2



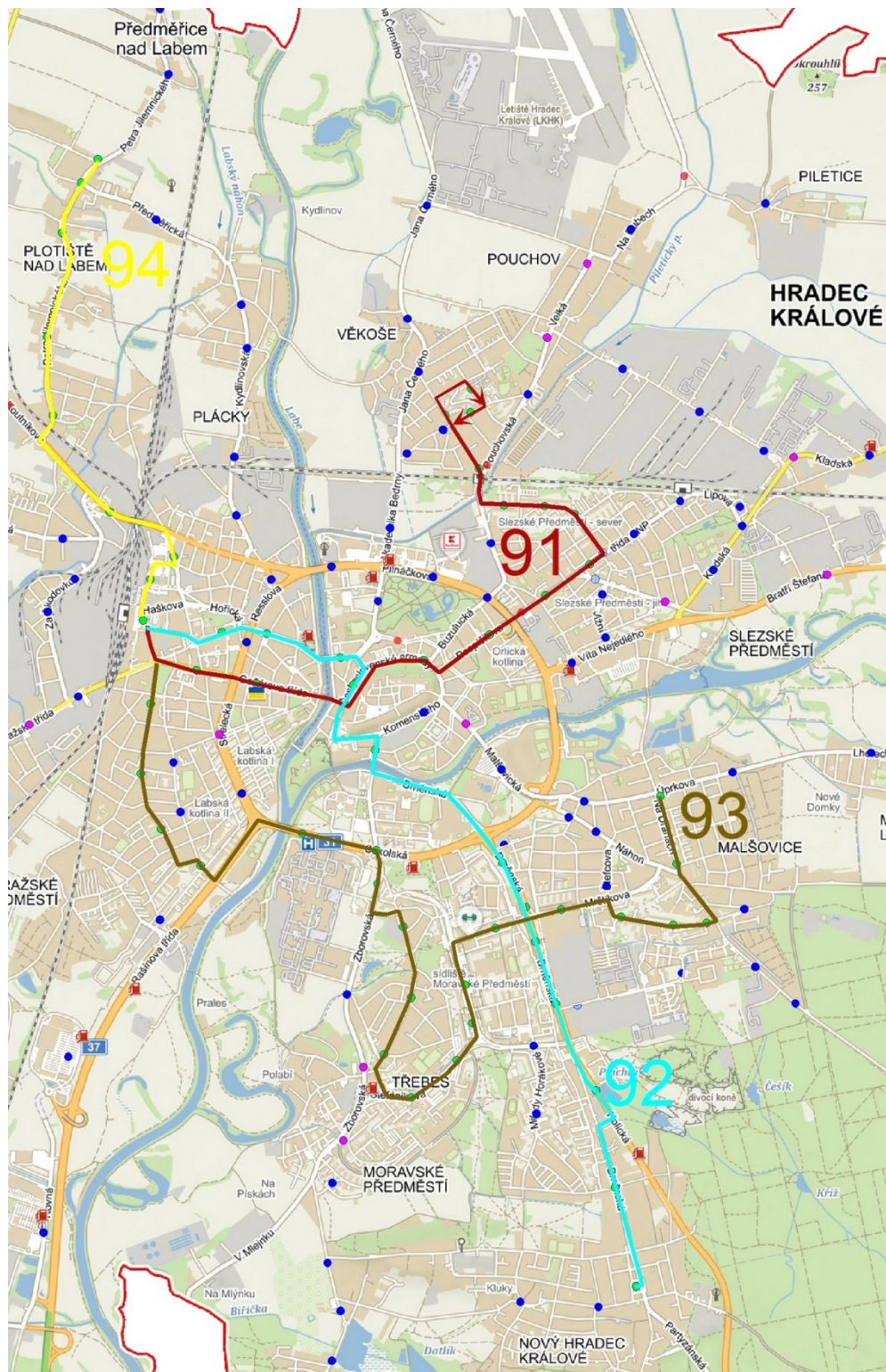
Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha P – Varianta H4



Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha Q – Varianta H5



Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha R – Varianta A1

91	1	3	93	km	Tž	91	2	90	4				
...	0	1	Adalbertinum	...	0:09	...	1:49	...	3:49	...
...	0	2	Magistrát města	...	0:08	...	1:48	...	3:48	...
...	1	3	Průmyslová škola	...	0:07	...	1:47	...	3:47	...
...	1	4	Pyrám	...	0:06	...	1:46	...	3:46	...
...	2	5	Alessandria	...	0:05	...	1:45	...	3:45	...
...	2	6	Sídlíště Sever	...	0:04	...	1:44	...	3:44	...
...	2	7	Sever Střed	...	0:03	...	1:43	...	3:43	...
...	3	8	Dům L	...	0:02	...	1:42	...	3:42	...
...	3	9	Buzulucká	...	0:01	...	1:41	...	3:41	...
...	3	10	Dopravní podnik	...	0:00	...	1:40	...	3:40	...
...	3	11	Centrální	...	23:59	...	3:39	...	3:39	...
...	3	12	Věkoše - Slávie (KZ)	...	...	...	...	...	...	...
...	4	13	Truhlářská	...	...	...	...	...	...	...

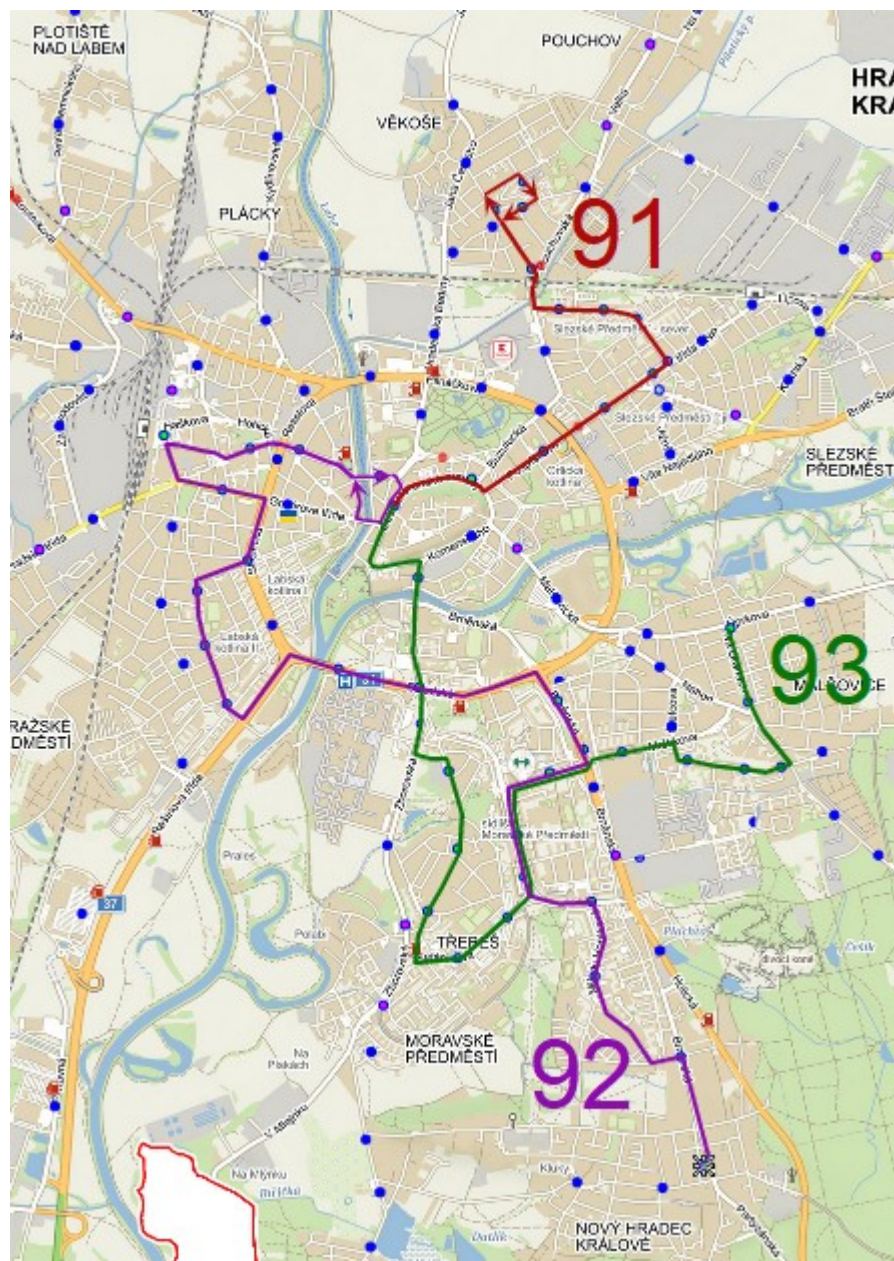
1	3	91	km	Tž	92	2	90	4		
0:12	...	1:52	...	3:42	...	0:09	...	1:49	...	3:39
0:13	...	1:53	...	3:43	...	0:08	...	1:48	...	3:38
0:14	...	1:54	...	3:44	...	0:07	...	1:47	...	3:37
0:15	...	1:55	...	3:45	...	0:06	...	1:46	...	3:36
0:16	...	1:56	...	3:46	...	0:05	...	1:45	...	3:35
0:17	...	1:57	...	3:47	...	0:04	...	1:44	...	3:34
0:18	...	1:58	...	3:48	...	0:03	...	1:43	...	3:33
0:19	...	1:59	...	3:49	...	0:02	...	1:42	...	3:32
0:20	...	2:00	...	3:50	...	0:01	...	1:41	...	3:31
0:21	...	2:01	...	3:51	...	0:00	...	1:40	...	3:30
0:22	...	2:02	...	3:52	...	23:59	...	3:29	...	3:29
0:23	...	2:03	...	3:53	...	...	...	3:28	...	3:28
0:24	...	2:04	...	3:54	...	...	...	3:27	...	3:27
0:25	...	2:05	...	3:55	...	...	...	3:26	...	3:26
0:26	...	2:06	...	3:56	...	...	...	3:25	...	3:25
0:27	...	2:07	...	3:57	...	...	...	3:24	...	3:24
0:28	...	2:08	...	3:58	...	...	...	3:23	...	3:23
0:29	...	2:09	...	3:59	...	...	...	3:22	...	3:22
0:30	...	2:10	...	4:00	...	...	...	3:21	...	3:21
0:31	...	2:11	...	4:01	...	...	...	3:20	...	3:20
0:32	...	2:12	...	4:02	...	...	...	3:19	...	3:19
0:33	...	2:13	...	4:03	...	...	...	3:18	...	3:18
0:34	...	2:14	...	4:04	...	...	...	3:17	...	3:17
0:35	...	2:15	...	4:05	...	...	...	3:16	...	3:16
0:36	...	2:16	...	4:06	...	...	...	3:15	...	3:15
0:37	...	2:17	...	4:07	...	...	...	3:14	...	3:14
0:38	...	2:18	...	4:08	...	...	...	3:13	...	3:13
0:39	...	2:19	...	4:09	...	...	...	3:12	...	3:12
0:40	...	2:20	...	4:10	...	...	...	3:11	...	3:11
0:41	...	2:21	...	4:11	...	...	...	3:10	...	3:10
0:42	...	2:22	...	4:12	...	...	...	3:09	...	3:09
0:43	...	2:23	...	4:13	...	...	...	3:08	...	3:08
0:44	...	2:24	...	4:14	...	...	...	3:07	...	3:07
0:45	...	2:25	...	4:15	...	...	...	3:06	...	3:06
0:46	...	2:26	...	4:16	...	...	...	3:05	...	3:05
0:47	...	2:27	...	4:17	...	...	...	3:04	...	3:04

1	3	km	Tž	93	2	4		
...	0:12	...	1:52	...	0:09	...	3:39	...
...	0:13	...	1:53	...	0:08	...	3:38	...
...	0:14	...	1:54	...	0:07	...	3:37	...
...	0:15	...	1:55	...	0:06	...	3:36	...
...	0:16	...	1:56	...	0:05	...	3:35	...
...	0:17	...	1:57	...	0:04	...	3:34	...
...	0:18	...	1:58	...	0:03	...	3:33	...
...	0:19	...	1:59	...	0:02	...	3:32	...
...	0:20	...	2:00	...	0:01	...	3:31	...
...	0:21	...	2:01	...	0:00	...	3:30	...
...	0:22	...	2:02	...	23:59	...	3:29	...
...	0:23	...	2:03	...	...	...	3:28	...
...	0:24	...	2:04	...	...	...	3:27	...
...	0:25	...	2:05	...	...	...	3:26	...
...	0:26	...	2:06	...	...	...	3:25	...
...	0:27	...	2:07	...	...	...	3:24	...
...	0:28	...	2:08	...	...	...	3:23	...
...	0:29	...	2:09	...	...	...	3:22	...
...	0:30	...	2:10	...	...	...	3:21	...
...	0:31	...	2:11	...	...	...	3:20	...
...	0:32	...	2:12	...	...	...	3:19	...
...	0:33	...	2:13	...	...	...	3:18	...
...	0:34	...	2:14	...	...	...	3:17	...
...	0:35	...	2:15	...	...	...	3:16	...

Tabulka R1 – Vozidla A1

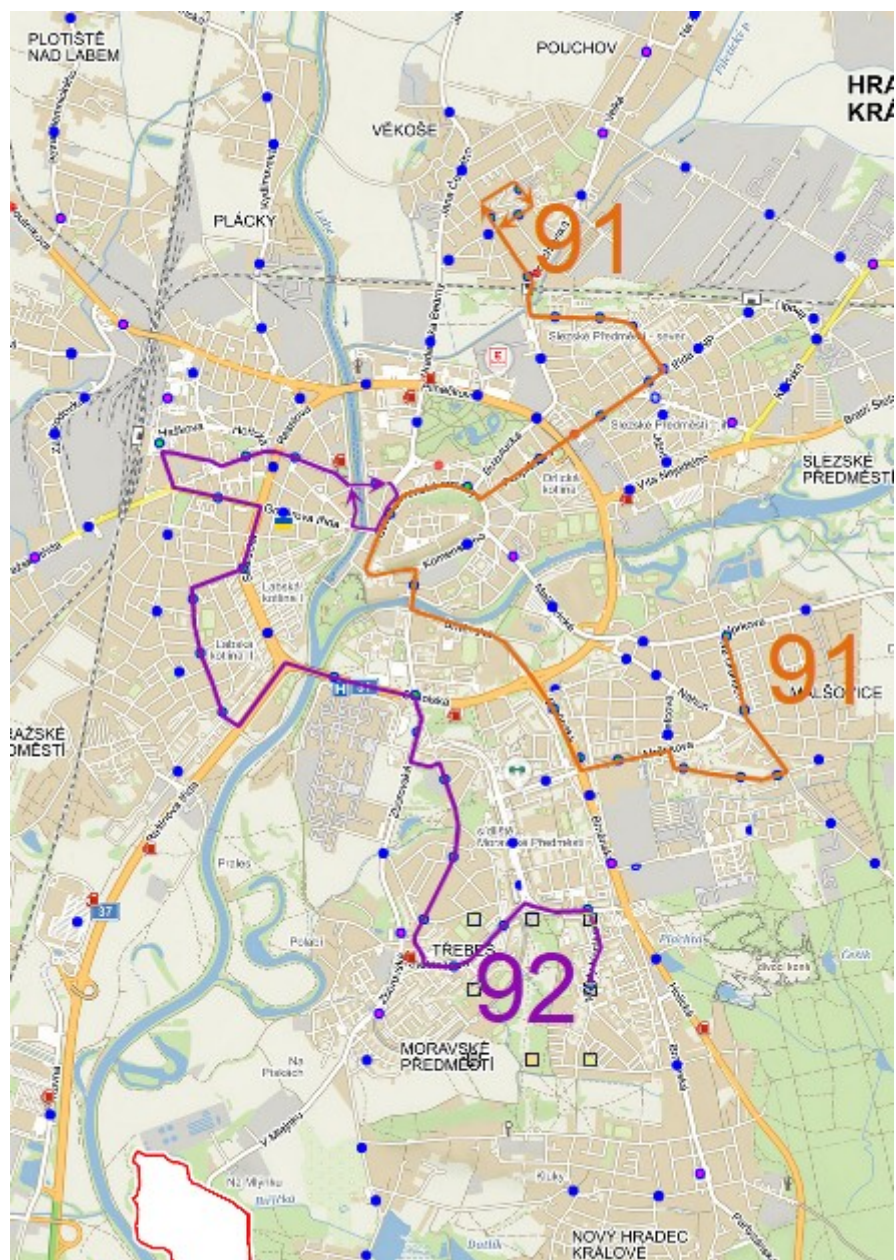
Vozidlo	Začátek	Spoje	Konec
91-1	Vozovny (23:55)	91/91 → 91/2 → 93/1 → MA → 91/3 → 91/4 → MA	Vozovny (3:54)
92-1	Pod Strání z 27 (23:43)	MA → 92/2 → 92/1 → 92/90 → 92/3 → 92/4 → 92/91	Vozovny (4:03)
93-1	Malš. – U Čechů ze 7 (23:48)	93/2 → 91/1 → MA → 91/90 → 93/3 → 93/4 → 91/93	Vozovny (3:55)

Zdroj: autor



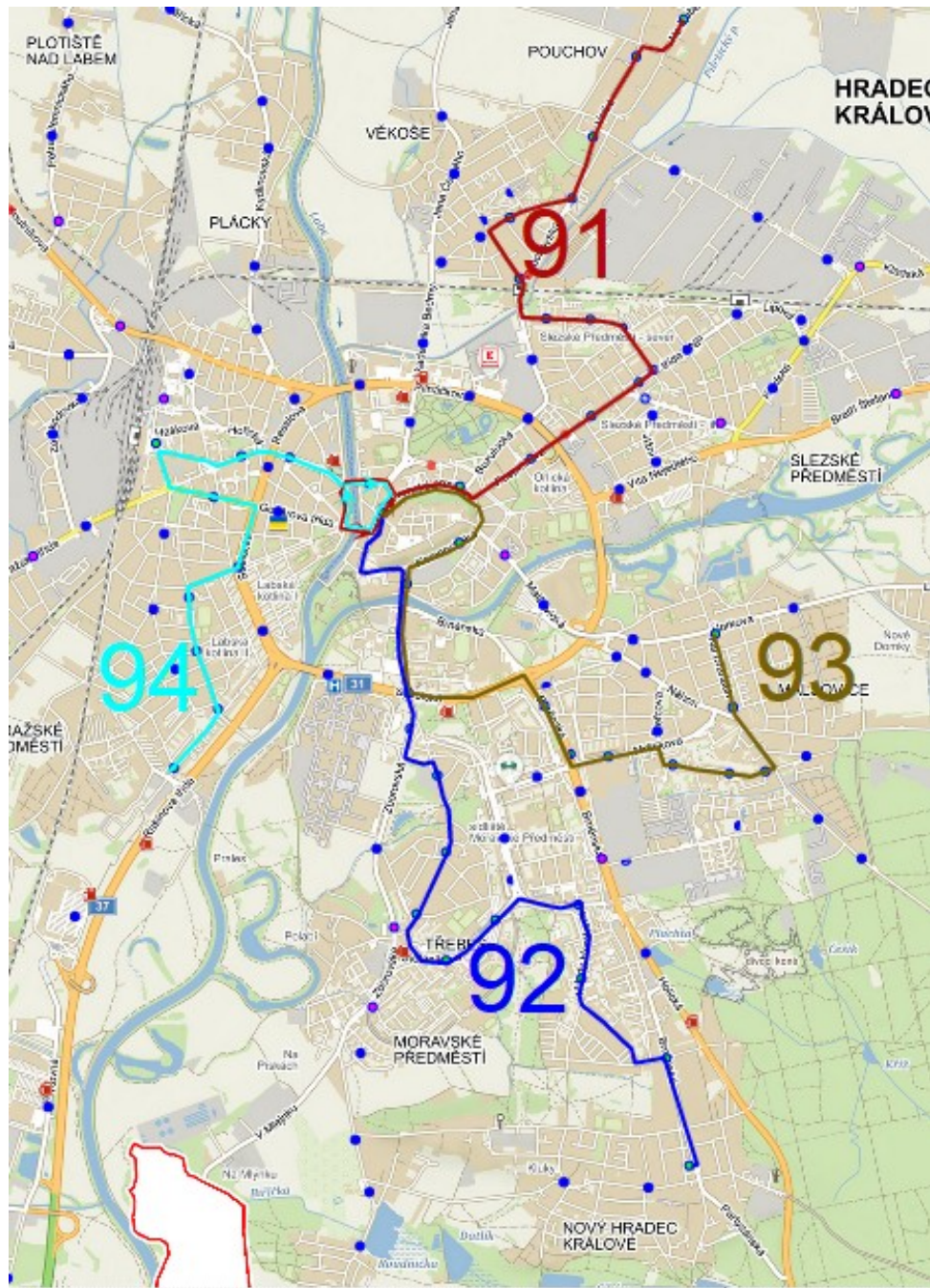
Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha S – Varianta A2



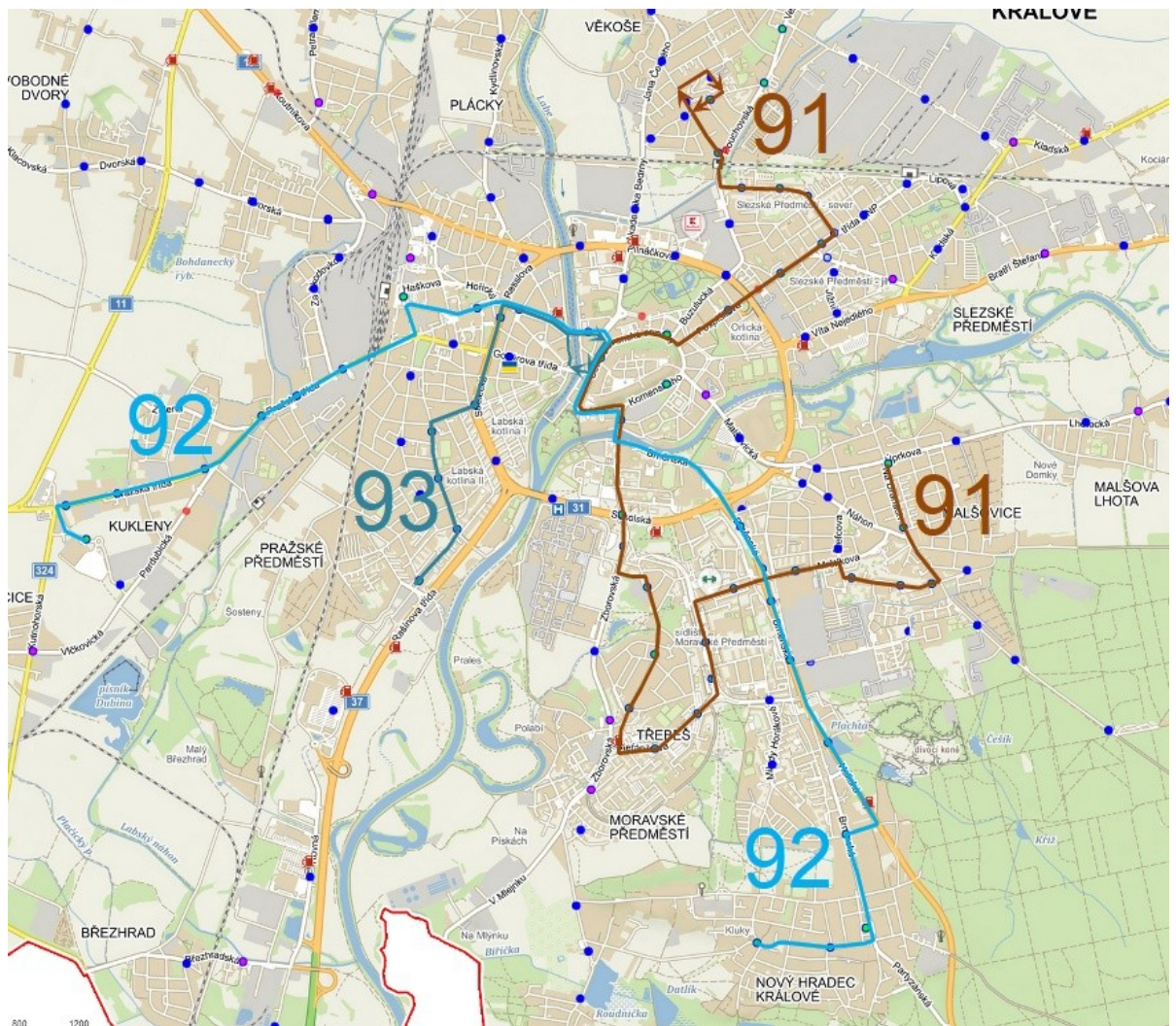
Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha T – Varianta A4



Zdroj: autor s využitím (7)

Příloha U – Varianta A5



Zdroj: autor s využitím (7)