

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Změna vedení vybraných linek Esko v železničním uzlu Praha**

Bc. Tomáš Pánek

Diplomová práce

2013



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Pánek**  
Osobní číslo: **D10812**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Název tématu: **Změna vedení vybraných linek Esko v železničním uzlu Praha**  
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

1. Analýza současného stavu vedení linek Esko
2. Návrh nového vedení linek Esko
3. Zhodnocení navržené varianty

Závěr

Rozsah grafických prací: 2 -3  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

HAAS, Václav. 20 let železnice v Pražské integrované dopravě. Praha: SAXI, 2012, 190 s. ISBN 978-80-904-7678-3.

ČERNÁ, Anna a Jan ČERNÝ. Teorie řízení a rozhodování v dopravních systémech. Vyd. 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2004, 150 s. ISBN 80-865-3015-9.

VONKA, Jaroslav, et al. Osobní doprava. druhé, zkrácené. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2004. 166 s. ISBN 80-7194-630-3.

MOLKOVÁ, Tatiana, et al. Kapacita železničních tratí. první. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2010. 150 s. ISBN 978-80-7395-317-1.

Interní materiály Českých drah


Interní materiály ROPID

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2013**  
Termín odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2013**

  
prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 1. února 2013

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Benešově dne 28. 11. 2013

Bc. Tomáš Pánek

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli při vypracování práce nápomocni: za odborné připomínky a rady vedoucímu práce Ing. Jaroslavu Matuškoví, Ph.D., manželce a celé rodině za podporu při studiu a v neposlední řadě kolegovi Vojtěchu Suchánkovi z Českých drah, z Odboru provozování osobní dopravy, za cenné poznámky týkající se převedení zpracovaného modelu do praktické roviny.

## **ANOTACE**

Cílem diplomové práce je vytvoření takového průjezdného modelu přes žst. Praha hl. n., který by vedl k přesunu linek Esko z Masarykova nádraží do žst. Praha hl. n. pomocí přiřazovacího problému řešeného lineárním programováním. Nově vytvořené linky jsou prezentovány pomocí síťového grafu. Zavedení průjezdných linek vedlo ke stabilizaci původně nepravidelných intervalů mezi spoji. Po zpracování plánu obsazení kolejí v žst. Praha hl. n. bylo možné umístit veškeré linky Esko pouze na 4 dopravní koleje. V diplomové práci bylo navrženo nové vedení linky přes Vršovice a Krč do Radotína, čímž došlo ke spojení dosud nepropojených městských částí na obou stranách Vltavy s návazností spojů na linky S1 a S7.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

System Esko, železniční uzel Praha, interval spojů, dopravní sedlo, dopravní špička, elektrická motorová jednotka, síťový graf, plán obsazení kolejí

## **TITTLE**

The change in the routing of selected Esko-lines in Prague railway junction.

## **ANNOTATION**

Main aim of this master thesis is to create such transit model of Esko lines over the Prague main railway station which would lead to relocation of these lines from Masaryk railway station to Prague main railway station. New created lines are presented using netgraph. Introduction of transit model led to stabilization of initially irregular intervals between train joints. The track occupation in Prague main railway station showed that it is possible to locate all Esko lines to only 4 tracks. This master thesis suggested further a new line running over Vršovice station and Krč station to Radotín station. This lines marge city parts form both riversites of Vltava, which has not been connected yet. There are also transfer train joints from lines S1 and S7 in the Radotín station.

## **KEYWORDS**

Esko lines, Prague railway junction, intervals between train joints, off-peak hours, peak hours, electric multiple-unit train, netgraph, track occupation

## OBSAH

Úvod .....	12
1 Analýza současného stavu vedení linek Esko .....	13
1.1 Železniční uzel Praha .....	13
1.1.1 Historie železničního uzlu Praha .....	14
1.1.2 První koncepce železničního uzlu Praha .....	15
1.1.3 Sympozium 1971 .....	15
1.1.4 Odstavná nádraží.....	16
1.1.5 Současný stav v železničním uzlu Praha .....	16
1.2 Nejvýznamnější železniční stanice pražského uzlu .....	17
1.2.1 Praha Masarykovo nádraží.....	17
1.2.2 Praha hl. n. ....	17
1.3 Pražská integrovaná doprava a Esko .....	17
1.3.1 Integrace tratí do systému Pražské integrované dopravy.....	18
1.3.2 Intervalová doprava .....	18
1.3.3 Vznik Regionálního organizátora Pražské integrované dopravy.....	19
1.4 Studie o obsluze Prahy a okolí .....	19
1.4.1 Koncepce linek ve střednědobém horizontu.....	20
2 Návrh nového vedení linek Esko.....	21
2.1 Metodika pro analýzu.....	21
2.1.1 Analýza jednotlivých linek .....	21
2.1.2 Dekompozice systému .....	22
2.1.3 Intervaly spojů linek .....	22
2.1.4 Výpočet optimálního vedení linek Esko .....	23
2.1.5 Převedení matematického modelu do reálné situace .....	26
2.2 Elektrické motorové jednotky .....	27
2.2.1 Řada 451/452 .....	27
2.2.2 Řada 471 .....	28
2.3 Linky Eska vedené elektrickými jednotkami .....	30
2.3.1 S1 Praha Masarykovo nádraží – Poříčany – Kolín.....	30
2.3.2 S2 Praha Masarykovo nádraží – Nymburk hl. n. – Kolín.....	32
2.3.3 S4 Praha Masarykovo nádraží – Kralupy nad Vltavou – Hněvice .....	34

2.3.4	S7 Úvaly – Praha hl. n. – Beroun .....	36
2.3.5	S9 Praha-Horní Počernice – Praha hl. n. – Strančice – Benešov u Prahy .....	38
2.3.6	S20 Praha Masarykovo nádraží – Milovice .....	40
2.3.7	Zhodnocení linek Eska.....	41
2.4	Nalezení optimální varianty .....	41
2.4.1	Rozdělení do skupin.....	41
2.4.2	Sloučení některých linek.....	42
2.4.3	Přidání fiktivní linky.....	43
2.4.4	Nové intervaly na linkách .....	44
2.4.5	Nesoulady linek .....	45
2.4.6	Optimální řešení.....	45
2.4.7	Nově vytvořené linky.....	47
3	Zhodnocení navržené varianty.....	48
3.1	Srovnání původních návrhů a nového modelu.....	48
3.2	Nové vedení linek .....	48
3.2.1	S1 Kolín – Český Brod – Řevnice – Beroun .....	49
3.2.2	S2 Kolín – Nymburk/Milovice – Strančice – Benešov.....	49
3.2.3	S4 Roudnice nad Labem – Kralupy – Vršovice – Strančice.....	50
3.2.4	S7 Úvaly – Radotín – Řevnice.....	50
3.2.5	S9 Horní Počernice – Vršovice – Radotín .....	50
3.3	Sít'ový graf .....	51
3.4	Intervaly původního a nového vedení linek Esko .....	51
3.4.1	Traťový úsek Praha – Úvaly .....	52
3.4.2	Traťový úsek Praha – Horní Počernice.....	52
3.4.3	Traťový úsek Praha – Kralupy.....	53
3.4.4	Traťový úsek Praha – Řevnice.....	53
3.4.5	Traťový úsek Praha – Strančice .....	53
3.4.6	Traťový úsek Praha – Vršovice – Radotín.....	54
3.5	Použitá vozidla .....	54
3.6	Obsazení kolejí ve stanici Praha hl. n. ....	54
3.7	Kritické zhodnocení modelu .....	56
Závěr	.....	58
Použitá literatura	.....	60
Seznam příloh	.....	61



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Uzel Praha s vyznačenými kategoriemi drah .....	14
Obrázek 2 – Elektrické motorové jednotky řady 451 na lince S9 .....	28
Obrázek 3 – Elektrická motorová jednotka řady 471 na lince S7 .....	29
Obrázek 4 – Interval linky S1 v úseku Masarykovo nádraží – Úvaly v lichém směru .....	31
Obrázek 5 – Interval linky S1 v úseku Masarykovo nádraží – Úvaly v sudém směru .....	32
Obrázek 6 – Interval linky S2 a S20 v úseku Praha hl.n/Masarykovo nádraží – Horní Počernice v lichém směru .....	33
Obrázek 7 – Interval linky S2 a S20 v úseku Praha hl.n/Masarykovo nádraží – Horní Počernice v sudém směru .....	34
Obrázek 8 – Interval linky S4 v úseku Masarykovo nádraží – Kralupy v lichém směru .....	35
Obrázek 9 – Interval linky S4 v úseku Masarykovo nádraží – Kralupy v sudém směru .....	36
Obrázek 10 – Interval linky S7 v úseku Praha hl. n. – Řevnice v lichém směru .....	37
Obrázek 11 – Interval linky S7 v úseku Praha hl. n. – Řevnice v sudém směru .....	38
Obrázek 12 – Interval linky S9 v úseku Praha hl. n. – Strančice v lichém směru .....	39
Obrázek 13 – Interval linky S9 v úseku Praha hl. n. – Strančice v sudém směru .....	40
Obrázek 14 – Rozdělení dílčích linek do dvou skupin v bipartitním grafu .....	42
Obrázek 15 – Sloučené linky v bipartitním grafu .....	43
Obrázek 16 – Upravený bipartitní graf s fiktivní linkou X .....	44
Obrázek 17 – Optimální řešení vyznačené v bipartitním grafu .....	46
Obrázek 18 – Plán obsazení kolejí nových linek Esko v žst. Praha hl. n. ....	55

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Nové intervaly linek po dekompozici a linek opětovně sloučených (v min) .....	45
Tabulka 2 – Počet nesouladů jednotlivých variant spojení linek.....	45
Tabulka 3 – Přiřazení linek po výpočtu .....	46
Tabulka 4 – Srovnání původního a nového vedení linek.....	49
Tabulka 5 – Srovnání intervalů původního a nového vedení linek .....	52

## **SEZNAM ZKRATEK**

ČD	České dráhy, a.s.
ČSD	Československé státní dráhy
GVD	grafikon vlakové dopravy
EMJ	elektrické motorové jednotky
JŘ	jízdní řád
ONJ	odstavné nádraží Jih
PID	Pražská integrovaná doprava
PJ	provozní jednotka
PP	provozní pracoviště
ROPID	Regionální organizátor Pražské integrované dopravy
Sv	soupravový vlak
Žst.	železniční stanice
ŽUP	železniční uzel Praha

## ÚVOD

System Esko slouží pro přepravu cestujících z/do velkých městských aglomerací. V rámci Pražské integrované dopravy (PID) pak slouží převážně pro přepravu do hl. m. Prahy ze Středočeského kraje a naopak. V současné době je systém tvořen 14 linkami, přičemž některé končí v železničních stanicích (žst.) v centru Prahy, některé těmito stanicemi projíždějí a některé vůbec do těchto stanic nezasahují. Linky systému Esko jsou tvořeny osobními vlaky a převážná většina z nich je vedena elektrickými motorovými jednotkami.

Vzhledem k rozsáhlosti systému v Praze, bylo již v minulosti vytvořeno několik modelů, přičemž všechny plánují vybudování ústředního nádraží v Praze (žst. Praha hl. n), do kterého by ústila veškerá železniční doprava. Dále je plánováno zavedení průjezdného modelu, kdy jednotlivé linky nekončí na ústředním nádraží, ale pokračují do jiných stanic. Ve střednědobém horizontu je plánováno zavedení průjezdnosti a přesun z Masarykova nádraží do žst. Praha hl. n pouze pro městské linky, zatímco v dlouhodobém horizontu se počítá s přesunem veškeré dopravy, což si ale vyžádá rozsáhlou přestavbu infrastruktury. Přesunutí linek Esko z Masarykova nádraží do žst. Praha hl. n. vede k lepší provázanosti a usnadnění přestupu mezi linkami a tím i k dalšímu zatraktivnění železniční dopravy v rámci PID pro cestující.

Cílem diplomové práce je vytvoření průjezdného modelu přes žst. Praha hl. n., který povede k přesunu linek Esko z Masarykova nádraží do žst. Praha hl.

# 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VEDENÍ LINEK ESKO

Dopravní systém Esko vychází z německého modelu S-Bahn, v němž jsou jednotlivé linky označeny velkým písmenem S a tvoří příměstskou železniční dopravu. V České republice slouží linky Esko pro přepravu cestujících z/do velkých městských aglomerací. V rámci Pražské integrované dopravy (PID) pak slouží převážně pro přepravu velkého počtu cestujících především ze Středočeského kraje do hl. m. Prahy a naopak. Dopravní systém Esko je v současné době tvořen 14 linkami, přičemž ne všechny vedou do železničních stanic v centru města. Některé spoje linek Esko jsou vedeny na více železničních tratích a jsou průjezdnými spoji přes železniční uzel Praha (ŽUP).

## 1.1 Železniční uzel Praha

Železniční uzel Praha je charakterizován jako dopravně důležité místo vymezené v železniční síti, v němž se sbíhá deset tratí (1). Železniční uzel Praha je významný nejen svojí polohou na území hlavního města, některé železniční stanice leží v centru města, ale i souběhem 10 železničních tratí. Tyto tratě lze z hlediska významu rozdělit do několika kategorií uvedených na obrázku 1 (2):

- a) tratě začleněné do systému transevropské dopravní sítě – TEN-T: 011, 091, 171, 221 a některé pražské spojky,
- b) dráhy celostátní (všechny kromě tratě č. 210 ze stanice Praha-Krč, dále jen Krč),
- c) dráhy regionální (pouze trať č. 210 z Krče ve směru Vrané nad Vltavou),
- d) ostatní tratě provozované jinými subjekty (odstavené nádraží Jih (ONJ)).



### **1.1.2 První koncepce železničního uzlu Praha**

Základní koncepce ŽUP byla určena již v roce 1926 dispozičním plánem. V tomto plánu bylo uvažováno s jediným ústředním nádražím, přes které by projížděly všechny vlaky dálkové a příměstské osobní dopravy. Tato koncepce by znamenala usnadnění přestupu mezi všemi dotčenými směry, které se stýkají v hlavním městě, ale zároveň postupné rušení provozu na ostatních nádražích: dnes již neexistujícím Praha-Těšnov, Praha-Střed (v současnosti Masarykovo nádraží) a Praha-Bubny.

Dalším bodem v této koncepci bylo vybudování dvou odstavných nádraží: jednak jižního v prostoru Vršovic, jednak severního v prostoru Libně. Odstavné nádraží sever se však v plánech stále posouvalo dále na východ od města (3 s. 5).

### **1.1.3 Sympozium 1971**

Další koncepce přestavby ŽUP byla představena v roce 1960 usnesením vlády č. 928/60 a na ní navázalo v roce 1971 symposium „Přestavba železničního uzlu Praha“ pořádané Českou vědeckotechnickou společností dopravy a spojů, která hodnotila, co se podařilo vybudovat, finanční analýzu zpomalení výstavby ŽUP, propustnost pražských spojek, nutnost výstavby nové železniční infrastruktury pro zvýšení propustnosti, apod.

Závěry sympozia byly:

- 1) oddělení nákladní dopravy od osobní (vedení nákladní dopravy mimo jádro města),
- 2) svedení osobní dopravy do jediného ústředního nádraží, vybudování dvou odstavných nádraží,
- 3) uvolnění nepotřebných ploch pro potřeby města,
- 4) užití moderní zabezpečovací a sdělovací techniky (3 s. 7).

Návrh vedení nákladní dopravy mimo centrum města by vedl ke zvýšení kapacity žst. a tratí pro vlaky osobní dopravy. V době vydání sborníku byla více preferována nákladní doprava za účelem zvýšení produktivity národního hospodářství. V současnosti je situace opačná. Pro stále nižší význam nákladní dopravy a pro zajištění pravidelnosti osobní dopravy je nastolen požadavek ze stran objednavatelů, aby byly dotované vlaky osobní dopravy vedeny včas podle jízdního řádu, a případné narušení je sankcionováno. Pro odklon nákladní dopravy mimo centrum města byly vybudovány velmi významné stavby: žst. Praha-Vršovice seřaďovací nádraží, spojka Krče a Radotína (od roku 1964) a Holešovické přeložka (dostavba v roce 1985).

Jediným vhodným ústředním nádražím byla a je žst. Praha hl. n., která leží v centru města, s napojením na všechny hlavní železniční tratě a nachází se v ní i stanice metra. Z plánovaných dvou odstavných nádraží bylo vybudováno jen ONJ (1961 -1999). Zvýšený provoz mezi žst. Praha hl. n a ONJ si vyžádal vybudování 3. vinohradského tunelu (1983-1989), a tím došlo ke zvýšení ze dvou na čtyři traťové koleje mezi žst. Praha hl. n a Praha-Vršovice (dále jen Vršovice). Odstavné nádraží Sever nebylo vybudováno (4 s. 8, 11, 33). Samotný význam ústředního nádraží umocnilo dokončení výstavby Nového spojení v roce 2009, díky které došlo ke zvýšení počtu traťových kolejí mj. v úseku žst. Praha hl. n – Praha-Libeň (dále jen Libeň) a žst. Praha hl. n. – Holešovice, dále mezi žst. Praha hl. n a Praha-Vysočany, dále jen Vysočany (5 s. 115).

#### **1.1.4 Odstavná nádraží**

V současné době je vybudováno ONJ a pro vybudování odstavného nádraží Sever je v územním plánu hlavního města Prahy vyčleněna oblast u žst. Praha-Běchovice. Odstavné nádraží Sever by mělo sloužit jako provozně-technická základna pro potřeby souprav vysokorychlostních vlaků (6 s. 69).

ONJ je ve vlastnictví Českých drah, a.s. (ČD), které zde mají zázemí nejen pro klasické soupravy určené pro dálkovou dopravu, ale i pro elektrické motorové jednotky (EMJ) řady 451/452 a 471.

#### **1.1.5 Současný stav v železničním uzlu Praha**

V současné době je do žst. Praha hl. n svedena dálková doprava a některé příměstské linky. U ostatních stanic (žst. Praha-Bubny, Masarykovo nádraží a v prostoru bývalého seřadovacího nádraží Vršovice) je plánováno využití zbytných drážních ploch pro jiné účely, např. revitalizace a výstavba v rámci urbanistického rozvoje města.

I přes vývoj a modernizaci v jednotlivých dopravnách, lze v ŽUP nalézt téměř všechny druhy zabezpečovacího zařízení. V současnosti je nastolen trend, kdy jsou při modernizaci staničního a traťového zabezpečovacího zařízení zřizována tzv. elektronická stavědla. V budoucnosti se uvažuje o komplexním řízení – Centrální dispečerské pracoviště Praha, tzn. dálkové ovládání celého ŽUP a přilehlých tratí z jednoho pracoviště za účelem zefektivnění řízení vlakové dopravy.



## **1.2 Nejvýznamnější železniční stanice pražského uzlu**

Mezi nejvýznamnější body ŽUP patří Masarykovo nádraží a Praha hl. n. Za zmínku také stojí uvést další významná nádraží: Holešovice, Libeň, Smíchov, Vršovice a Vysočany.

### **1.2.1 Praha Masarykovo nádraží**

Masarykovo nádraží bylo prvním pražským nádražím, na němž byl zahájen pravidelný provoz vlaků osobní dopravy (7 s. 16-18). Masarykovo nádraží je významné přímou návazností vlakové dopravy na městskou hromadnou dopravu. Přímo v žst se nachází metro trasy B (stanice Náměstí republiky) a před staniční budovou je tramvajová zastávka. Nádraží je hlavové a jsou v něm zaústěné tratě 011, 091, 120 a 231. Z Masarykova nádraží vychází linky S1, S2, S4, S5 a S20, které jsou radiální.

### **1.2.2 Praha hl. n.**

V žst. Praha hl. n byl provoz poprvé zahájen roku 1872. Mezi prvními tratěmi ústícími do tohoto nádraží byly tratě od Benešova, Turnova a Berouna (7 s. 16-18).

Žst. Praha hl. n. je průjezdné nádraží, do kterého jsou svedeny železniční tratě č.: 011, 070, 091, 171, 210, 221, 231. V této žst. se sbíhají linky Esko: S1, S2, S3, S4, S7, S8, S9, S20 a S80.

Linky vedoucí přes žst. Praha hl. n jsou převážně diametrálního charakteru. Některé spoje linek nebývají ve stanici ukončeny a pokračují dále, ale jen krátce za hranici města Prahy, např. linka S7 do Úval. Jako jediné přímé napojení na městskou hromadnou dopravu, je stanice metra se stejným názvem, která je přístupná z odbavovací haly. Doplňkovou dopravou je výchozí zastávka přímého spojení s letištěm pomocí autobusu AIRPORT EXPRESS. Tramvajové linky se nacházejí v ulici Bolzanova cca 250 m od východu (zastávka Hlavní nádraží) z odbavovací haly a zastávka Jindřišská ve vzdálenosti cca 300 m.

## **1.3 Pražská integrovaná doprava a Esko**

Cílem veřejné dopravy je uspokojit nejen požadavky objednavatele, ale zejména uživatelů samotných. Ve Středočeském kraji a hl. m. Praze se jedná zejména o denní dojíždění do zaměstnání, škol, úřadů, zdravotnických zařízení, apod. Pro zajištění efektivity veřejné dopravy v těchto krajích, zejména pak pro dojíždění do/z Prahy, jen nutné vybudovat provázanou síť, tzn. je nutná kooperace mezi vlaky, autobusy, metrem i tramvajemi. Zvyšující se význam příměstské železniční dopravy v PID zavedl dialog mezi dopravci a objednavateli dopravy o vytvoření páteřních železničních linek v PID, tzv. Esko. Linky zajišťují přepravu

velkého počtu cestujících především z jejich sídel do hl. m. Prahy a zpět. Velkou výhodou pro cestující je jejich intervalový jízdní řád (JŘ).

### **1.3.1 Integrace tratí do systému Pražské integrované dopravy**

Integrace jednotlivých traťových úseků do systému PID umožňuje cestujícím cestovat městskou hromadnou dopravou i vlakem na jeden jízdní doklad.

Od 1. července 1994 byly do PID zintegrovány všechny železniční stanice a zastávky nacházející se na území hl. m. Prahy. V roce 1996 byla zřízena tarifní pásma pro PID, což umožnilo navýšení počtu integrovaných železničních stanic a zastávek. Pásma jsou rozdělena v kruhu, v jehož středu se nachází ŽUP (pásma P a 0) a dále po cca 20 km další 4 pásma s označením 1 – 4. Touto změnou došlo k nastartování dalších kroků směřujících k plné integraci jednotlivých železničních tratí. V současnosti je pásem 8: P, 0 a B pro Prahu a 1 – 5 pro Středočeský kraj (5 s. 39, 47, 181).

Postupná integrace železničních tratí do systému PID ztraktivnila pro cestující železniční dopravu jako takovou.

### **1.3.2 Intervalová doprava**

Intervalová doprava je velmi významná pro motivaci cestujících pro výběr vlaku jako dopravního prostředku. Pravidelné odjezdy vlaků usnadňují zapamatovatelnost jízdního řádu, častější frekvence spojů poskytuje vhodnou alternativu k cestě autem či jinými prostředky MHD. Základním předpokladem pro zavedení intervalové dopravy je použití homogenních dopravních prostředků se shodnými dopravně-přepravními charakteristikami (vratné soupravy, jízdní doba, rychlý rozjezd, vysoká fluktuace cestujících, apod.). V současnosti je intervalová doprava provozována na všech sledovaných linkách systému Eska.

První pokus se zavedením intervalového JŘ byl uskutečněn v úseku Praha – Český Brod – Kolín již v JŘ 1983/1984. Mimo špičku byl interval 60 min, ve špičce interval 30 min. Od JŘ 1995/1996 byla zavedena intervalová doprava v úseku Praha – Kralupy nad Vltavou (dále jen Kralupy) a v následujícím JŘ v úsecích Praha – Beroun a Praha – Benešov (5 s. 30).

Od JŘ 2004/2005 byl v úseku Český Brod – Praha snížen interval v době od 6:30 do 8:30 na 15 min. Na linkách S7 a S9 je v ranní špičce interval snížen na 10 min (5 s. 94). Snižování intervalu se provádí buď navýšením počtu spojů na lince, nebo přesahem některých linek do jiných. Některé případy rozdělení intervalu však mohou být pro cestující hůře zapamatovatelné. Snižování intervalu také může způsobit problémy při řešení

mimořádných událostí či zpoždění vlaků, kdy již není časový prostor na eliminaci jakýchkoli narušení.

### **1.3.3 Vznik Regionálního organizátora Pražské integrované dopravy**

Vzhledem k rozsáhlosti MHD v Praze a potřebnosti komplexního řešení tvorby jízdních řádů s navazujícími spoji mezi jednotlivými druhy dopravy, byla na základě rozhodnutí Zastupitelstva hl. m. Prahy zřízena příspěvková organizace Regionální organizátor Pražské integrované dopravy (ROPID) se zahájením její činnosti dne 1. prosince 1993.

ROPID má za úkol vytvářet fungující integrovaný dopravní systém, organizovat návaznost spojů při tvorbě JŘ a dbát na zvyšování standardů kvality, ať už obnovou vozového parku či zaváděním informačních systémů ve vozidlech (5 s. 37). Právě návazností jednotlivých druhů dopravy a kvalitou poskytovaných služeb má být tento IDS schopen konkurovat stále narůstající automobilové dopravě.

## **1.4 Studie o obsluze Prahy a okolí**

Firma METROPROJEKT Praha a.s. vypracovala v roce 2006 pro Ministerstvo dopravy České republiky studii (8), která aktualizuje Studii obsluhy Prahy a okolí hromadnou dopravou z roku 1998 – 2002. Tento projekt je vytvořen jako reakce na zvyšování dopravy cestujících ve veřejné hromadné dopravě v PID.

Ve studii jsou také rozvrženy stavby (rekonstrukce, modernizace a novostavby) na železniční infrastrukturu do dvou výhledových rovin:

- střednědobý horizont – do cca roku 2020, např. moderní spojení s Kladnem,
- dlouhodobý horizont – do cca roku 2040, např. zapojení vysokorychlostních tratí do ŽUP.

V této studii jsou také řešeny varianty průjezdnosti příměstské dopravy. V rovině střednědobého horizontu se počítá se zachováním stávajícího stavu, tj. zachování Masarykova nádraží, na kterém by byly ponechány příměstské linky S1, S2 a S4. V dlouhodobém horizontu se již počítá s úplnou průjezdností vlaků ze všech směrů přes centrální hlavní nádraží. To by umožnilo úplné opuštění Masarykova nádraží. V této variantě je také počítáno s vybudováním nové stanice v podzemní úrovni žst. Praha hl. n.

### 1.4.1 Koncepce linek ve střednědobém horizontu

Ve studii Metroprojektu je sice úplná průjezdnost plánována až v dlouhodobém horizontu, ale je spojena s rozsáhlými stavebními úpravami, z tohoto důvodu je při řešení diplomové práce vycházeno z koncepce ve střednědobém horizontu, která počítá se současnou infrastrukturou, přestože v tomto horizontu je navrhována pouze částečná průjezdnost.

V koncepci linek ve střednědobém horizontu jsou jednotlivé linky Eska rozděleny na linky příměstské, městské a místní dopravy.

Příměstské linky představují stávající linky systému Eska, které končí zpravidla v okresních městech Středočeského kraje (Kolín, Kutná Hora, Nymburk, Kralupy (okr. Mělník), Beroun a Benešov). Městské linky jsou linky, které končí v mezilehlých stanicích, např. Český Brod, Řevnice, Strančice. Linky místní dopravy jsou vedeny po území hl. m. Prahy, ale nezasahují do stanic Praha hl. n. a Masarykovo nádraží. Jsou obvykle vedeny motorovými jednotkami, a proto s nimi nebude dále pracováno.

Všechny linky příměstské dopravy jsou v dané studii plánovány s intervalem ve špičce 30 min a v sedlech 60 min. Linky městské dopravy mají plánovaný interval 15 min ve špičkovém období a 30 min v sedlech.

Studie předpokládá zachování Masarykova nádraží se stávajícím vedením linek Eska pro příměstskou dopravu, zatímco veškeré linky městské dopravy by byly vedeny přes Prahu hl. n. s maximální dobou pobytu 5 min, což je o 2 min více, než je stávající stav (8).

V modelu střednědobého horizontu je plánováno následující spojení linek příměstské dopravy:

- Kolín – Český Brod – Masarykovo nádraží/Praha hl. n – Beroun,
- Kutná Hora město – Nymburk – Masarykovo nádraží/Praha hl. n. – Benešov,
- Kralupy – Masarykovo nádraží.

Příměstským linkám dominují hlavní linky, které spojují okresní města Středočeského kraje.

Linky městské dopravy jsou navrženy následovně:

- Nymburk – Poříčany – Praha hl. n. – Radotín,
- Milovice – Praha hl. n. – Strančice,
- Roztoky u Prahy – Libeň – Malešice – Hostivař,
- Praha-Běchovice – Malešice – Vršovice – Smíchov,
- Vysočany – Libeň – Malešice – Krč – Radotín.

## **2 NÁVRH NOVÉHO VEDENÍ LINEK ESKO**

System Esko v rámci PID je velmi rozsáhlý a komplikovaný. Některé linky v současnosti končí v železničních stanicích v centru Prahy, některé těmito stanicemi projíždějí a některé vůbec do těchto stanic nezasahují. Kvůli tomu bylo navrženo již několik modelů operujících s vytvořením jednoho centrálního nádraží a různými variantami průjezdnosti. Diplomová práce vychází ze střednědobé koncepce studie Metroprojektu a vytváří průjezdný model na základě přiřazovacího problému řešeného lineárním programováním, pro které je nejprve nutné určit vstupní podmínky (analýza systému, EMJ, stanovení délky intervalů). Na základě těchto dat je pak proveden samotný výpočet, nalezena optimální varianta spojení a jsou vytvořeny nové linky systému Esko.

### **2.1 Metodika pro analýzu**

Průjezdný model nových linek systému Esko je koncipován přes žst. Praha hl. n. Stávající příměstské linky zahrnuté do systému Esko tvoří specifickou síť, kde mají jednotlivé linky různé intervaly v dopravních špičkách a sedlech, spoje mohou být ve stejnou dobu kapacitně odlišné nebo nemusí jet vůbec. Pro vytvoření průjezdného modelu, je nutné určit, které linky lze spojit (kterým směrem může spoj pokračovat). Rozhodnutí, které linky lze vzájemně spojit, je provedeno pomocí přiřazovacího problému metodou lineárního programování. Před aplikací samotné metody je nutné provést několik přípravných kroků. Nejprve je nutné provést analýzu jednotlivých linek. Druhým krokem je provedení dekompozice systému linek Esko na více prvků, spočítat intervaly linek a upravit vstupní data tak, aby bylo možné metodu lineárního programování použít.

#### **2.1.1 Analýza jednotlivých linek**

Analýza vedení linek Esko vychází z grafikonu vlakové dopravy (GVD) 2011/2012, kdy bylo řešení této diplomové práce zahájeno.

V rámci analýzy jednotlivých linek je nutné sledovat několik významných charakteristik jednotlivých linek, na jejichž základě lze jednotlivé linky propojit. Na úrovni celých linek se jedná o geografické rozdělení, tj. určení, zda lze jednotlivé linky rozdělit do dvou skupin pomocí převládajícího směru, kterým jsou vedeny. Dále stanovení významných žst., ve kterých dochází k návaznosti na ostatní linky. Sledován bude také typ EMJ nasazovaný na lince.

### 2.1.2 Dekompozice systému

Některé linky uvnitř sebe obsahují vloženou linku, která je vedena na kratším úseku, a také některé linky přesahují do jiných linek. Proto je nutné provést dekompozici systému na jednotlivé prvky (linky) tak, aby bylo možné uskutečnit nové spojení linek vzhledem k směrovému uspořádání žst. Praha hl. n. Na základě dekompozice linek bude vybrán i vhodný traťový úsek, v němž budou počítány intervaly mezi spoji.

Ve sledovaném systému lze jednotlivé linky rozdělit na linky hlavní, vedlejší a doplňkové.

Hlavní linky vycházejí z okresních měst Středočeského kraje a končí v žst. Praha hl. n. nebo Masarykovo nádraží. Vedlejší linky začínají v mezilehlé žst. a jsou ukončeny jako hlavní linky. S doplňkovými linkami je možné se setkat u linek, které jsou vedeny jako průjezdné přes žst. Praha hl. n. V těchto případech je za doplňkovou linku považována ta část linky, která zůstane po oddělení linky hlavní.

Linky systému Esko jsou označeny velkým písmenem *S*. Necht' jsou po dekompozici systému Esko označeny hlavní linky velkým písmenem *H*, vedlejší *V* a doplňkové *D* tak, že se k těmto písmenům přiřadí číslo z linky *S*, ze které byly tyto nové linky vytvořeny.

### 2.1.3 Interval spoju linek

Interval spoju byl stanoven vzhledem k traťovému úseku vybranému na základě dekompozice systému právě v žst. Praha hl. n. a Masarykovo nádraží. V případě odlišné jízdní doby mezi poslední společnou žst. a žst. Praha hl. n. nebo Masarykovo nádraží je pro porovnávání časových údajů stanovena právě poslední společná žst. Konkrétní traťové úseky, v jejichž rámci byly intervaly počítány, jsou uváděny v analýze u každé linky zvlášť. Časové údaje příjezdů jednotlivých spoju byly porovnány mezi všemi linkami, které jsou vedeny na společném traťovém úseku. Vzhledem k tomu, že příjezdy/odjezdy vlaků se liší při cestě do/z Prahy, je nutné provést výpočet intervalů pro každý směr zvlášť. Z tohoto důvodu jsou data rozdělena pro sudý směr (spoje označené sudým číslem), a pro lichý směr (spoje označené lichým číslem, pro linky S1, S2, S9 a S 20 směr jízdy z Prahy, pro linky S4 a S7 směr do Prahy).

Interval mezi spoji na jednotlivých úsecích se vypočítá pomocí vztahu 1.

$$I_i = (s_{n+1} - s_n) [\text{min}], \quad (1)$$

pro  $n \in \langle 1, j - 1 \rangle, i \in \{1, 2, 4, 7, 9\}, S \in \{s_1, s_2, \dots, s_j\}$ ,

kde  $I_i$  interval mezi dvěma spoji na traťovém úseku  $i$  [min],  
 $S$  množina všech spojů na traťovém úseku  $i$   
 $s_j$  časový údaj  $j$ -tého spoje z množiny  $S$  [min],  
 $i$  traťový úsek, na kterém jsou provozovány linky systému Esko,  
 $j$   $j$ -tý spoj charakterizovaný v určené žst. svým časovým údajem,

Pro názornou představu o intervalech se jeví jako vhodný výstup zobrazení velikosti intervalů mezi spoji v grafech. Každý sloupec v grafu pak znázorňuje velikost intervalu v min, tj. časový rozdíl mezi daným spojem a spojem následujícím. Traťový úsek je označen čísly 1, 2, 4, 7, 9, což představuje označení linek Esko vedených na jednotlivých tratích.

Intervaly jsou počítány od prvního pravidelného, resp. obvyklého (30 min) intervalu dané linky. Spoje, které jsou vedeny v období před a po tomto období, nebyly do modelu zahrnuty, a tudíž nejsou graficky znázorněny. Jedná se převážně o noční spoje, či spoje před započítáním ranní intervalové dopravy.

#### 2.1.4 Výpočet optimálního vedení linek Esko

Po zjištění vstupních dat lze přistoupit k samotnému výpočtu optimálního vedení linek Esko přiřazovacím problémem. Přiřazovací problém lze charakterizovat jako úlohu, ve které se jedná o nalezení vzájemně jednoznačného přiřazení dvojice jednotek ze dvou skupin tak, aby toto přiřazení přineslo co nejvyšší efekt (9 s. 107). Vhodné přiřazení linek lze řešit několika metodami: bipartitním párováním, maďarskou metodou nebo pomocí lineárního programování. Vzhledem k tomu, že všechny zmiňované metody vedou ke stejnému cíli, byla pro diplomovou práci vybrána metoda lineárního programování.

Systém linek Esko je poměrně rozsáhlý a komplikovaný, proto je pro lepší orientaci v problému výhodné zobrazit jak jednotlivé mezikroky, tak i samotný výsledek pomocí bipartitního grafu.

##### Bipartitní graf

Dílečky linky se přiřazují podle jejich směru ze žst. Praha hl. n. do dvou množin: množina  $I$  bude obsahovat dílečky linky z jednoho směru a množina  $J$  linky druhého směru. Prvky v těchto množinách budou vrcholy bipartitního grafu. Obě množiny  $I$  a  $J$  budou

nazývány stranami grafu. Každá hrana grafu bude mít jeden krajní vrchol v  $I$  a druhý v  $J$  tzn., že nebude možné vytvořit takovou hranu (průjezdnou linku), která by zapříčinila úvrat'ové jízdy spojů v žst. Praha hl. n.

Pokud bude spojena každá dvojice vrcholů z množin  $I$  a  $J$  právě jednou hranou, tak vznikne úplný bipartitní graf, jehož strany mají  $m = |I|$  a  $n = |J|$  prvků. (10 s. 21).

### **Kompozice systému**

V případě rozdělení linek na hlavní, vedlejší a doplňkové může dojít k zásadnímu navýšení nepoměru mezi množinami  $I$  a  $J$ , a tím ke komplikaci při užití řešení přiřazovacího problému metodou lineárního programování, u kterého je podmínka shodného počtu linek obou směrů. V takovém případě bude provedena kompozice linek, která bude také brát zřetel na stávající roztržitost intervalu vzniklé po dekompozici systému.

### **Fiktivní linka**

Pro nalezení vzájemně jednoznačného přiřazení dvojice jednotek z množiny  $I$  a  $J$  je důležitou podmínkou shodný počet prvků v množině  $I$  a v množině  $J$ . V případě rozdílného počtu linek je možné vytvořit fiktivní linky s označením  $X$ . Do množiny, která má nižší mohutnost bude přidáno vždy tolik fiktivních linek, aby byla mohutnost množin  $I$  a  $J$  shodná. Případným přidáním fiktivní linky dojde k navýšení počtu prvků v množině s nižší mohutností.

### **Výpočet nesouladů**

Přiřazení jednotlivých linek se provádí na základě stanovení počtu nesouladů pro každou variantu, což zajistí, že navrhované spojení linek bude nejefektivnější.

Vypočítání nesouladů se provádí do tabulek. Každá tabulka představuje jednu variantu spojení jak pro lichý, tak pro sudý směr. Každý směr obsahuje množiny spojů jednotlivých linek s časy příjezdů nebo odjezdů vztahujícími se k dopravním bodům Praha hl. n. nebo Masarykovo nádraží. Jednotlivé spoje se k sobě přiřazují na základě těchto časových údajů. Dva spoje jsou k sobě přiřazeny, pokud nepřesáhne časový rozdíl mezi jejich příjezdem a odjezdem v průběhu dne 20 min a v období večerního sedla (cca od 20:00) 45 min.

Spoje na linkách Esko jsou složeny z jedné nebo dvou EMJ, takže dalším hodnoceným ne/souladem je porovnání počtu EMJ u obou spojů. V případě, že nebude k jednomu spoji přiřazen druhý, je počet nesouladů roven počtu EMJ prvního spoje.

Počet nesouladů tedy může nabývat pouze těchto hodnot:

- **0** (žádný) nesouladů (spoje jsou vhodné pro propojení jednak z hlediska vzájemné časové polohy spojů, jednak shodou v počtu EMJ),



- **1** nesoulad (buď neexistuje vhodný spoj z opačné linky z časového důvodu, nebo se odlišují v počtu EMJ),
- **2** nesoulady (neexistuje vhodný spoj z opačné linky jak z časových důvodů, tak i v počtu EMJ).

Na konci tabulky je provedena sumarizace nesouladů za lichý a sudý směr. Pro každou variantu spojení se vytvoří čtvercová matice  $m$ -tého řádu (mohutnost množiny  $I$ , resp.  $J$ ), která se doplní nesoulady mezi spoji a to souhrnně za oba směry. Tato tabulka bude představovat vstupní data pro další výpočet minimalizace počtu nesouladů

### Matematický model

Pro zjištění optimální varianty je potřeba minimalizovat počet nesouladů podle vzorce 2 (9 s. 108-109).

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m n_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

za podmínek:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

$$I = \{1, 2, \dots, m\}$$

$$J = \{1, 2, \dots, m\}$$

$$|I| = |J| = m$$

kde

$n_{ij}$  počet nesouladů při propojení linek  $i$  a  $j$ ,

$x_{ij}$  udává, zda jsou linky propojeny (číslo 1), či nikoliv (číslo 0) [-],

$i$  představuje propojenou linku z množiny  $I$ ,

$j$  představuje propojenou linku z množiny  $J$ ,

$I$  množina linek severovýchodního směru,

$J$  množina linek jihovýchodního směru.

Výpočet bude proveden přes modul Řešitel aplikace Microsoft Excel.

## Modul Řešitel aplikace Microsoft Excel

V první tabulce bude uvedena vstupní podmínka pro modul řešitel: linky z množiny  $I$  budou přiřazeny právě k jedné lince z množiny  $J$  a naopak, tj. matematický model přiřazovacího problému zahrnuje podmínky, že řádkové a sloupcové součty v tabulce jsou rovny 1 s tím, že hodnoty proměnných nabývají pouze hodnot 0 nebo 1 (9 s. 109).

Vstupní data do modulu řešitel tvoří tabulka, kde v prvním sloupci je uvedena každá varianta spojení linek (seřazení respektuje pořadí prvků z množiny  $I$  a pro uspořádanou dvojici pořadí prvků z množiny  $J$ ) a ve druhém sloupci počet nesouladů souhrnně za oba směry. Do třetího sloupce Proměnné bude pomocí modulu řešitel spočítáno vzájemné přiřazení linek. Dalším krokem před vyvoláním modulu Řešitel je výběr buňky, do které bude napsána funkce představující skalární součin dvou sloupců: hodnot nesouladů a Proměnné. Výsledek bude představovat minimalizovanou účelovou funkci.

Pro uskutečnění výpočtu je nutné modul Řešitel nastavit. Cíl je již nastaven – buňka označená „Účelová funkce“. Požadavkem výpočtu je minimalizovat počet nesouladů – nastavit tlačítko Min. Dále bude nutné vyplnit políčko označené „Na základě změny proměnných buněk:“, do kterého se vloží oblast buněk pod nápisem „Proměnné“. Potřeba bude také nastavit podmínky: hodnoty ve sloupci Proměnné budou nabývat pouze hodnot 1 nebo 0. Jako další bude proveden výběr metody řešení. V tomto případě Simplex LP. Posledním krokem je kliknutí na tlačítko Řešit a po vyskočení nového okna „Výsledky Řešitele“ kliknout na tlačítko OK.

Program Řešitel vybere uspořádané dvojice linek a do buněk označených Proměnné je označí číslem 1. Funkcí skalární součin bude vypočítána hodnota účelové funkce.

Na základě těchto výpočtu jsou vybrány z množin  $I$  a  $J$  uspořádané dvojice linek, jejichž součet nesouladů bude ze všech možných variant uspořádaných dvojic linek z množin  $I$  a  $J$  nejnižší a to za podmínky, že se v každé variantě neopakují jednotlivé prvky množin.

### 2.1.5 Převedení matematického modelu do reálné situace

Pomocí výpočtu v modulu řešitel byly přiřazeny kombinace dílčích linek, na jejichž základě jsou vytvořeny a označeny nové linky Esko. Tyto nové linky jsou dále zakresleny do síťového grafu, jsou navrženy intervaly pro dopravní špičku založené na reálných jízdních dobách. Na základě tohoto grafu je vytvořen plán obsazení kolejí v době dopravní špičky. Dále je porovnávána studie Metroprojektu pro střednědobý horizont s nově navrženým

modelem, vedení původních a nově navržených linek Esko a původních a nových intervalů spojů v jednotlivých traťových úsecích.

## **2.2 Elektrické motorové jednotky**

V rámci systému linek Esko jsou vlaky tvořeny jednou nebo dvěma EMJ. Na tyto linky jsou nasazovány dva typy EMJ, a to řada 451/452 a 471. Oba typy jsou dislokovány v depu kolejových vozidel Praha v provozní jednotce ONJ a provozním pracovišti Libeň.

### **2.2.1 Řada 451/452**

U tehdejších Československých státních drah (ČSD) vznikl požadavek na dodávky vratných souprav pro zajištění příměstské dopravy ve velkých aglomeracích, tedy i v ŽUP. Po neúspěšném zkušebním provozu dvou prototypových jednotek řady EM 475.0 byla v období let 1964 – 1968 dodána série 51 jednotek řady EM 475.1 (současné označení 451) od výrobce Vagonka Tatra Studénka a MEZ Vsetín.

Jednotky byly dodávány ve čtyřvozovém složení: 2 elektrické motorové vozy a 2 vložené nemotorové vozy. Díky hlubinovému provedení (úroveň podlahy ve výši 580 mm nad temenem kolejnice) mezi podvozky a dvojicí nástupních prostorů s posuvnými vstupními dvoukřídlými dveřmi, je umožněn rychlý úroňový nástup, resp. výstup cestujících. Na podvozcích kromě strojoven v čelech soupravy jsou malé oddíly pro cestující a WC. Vstupní dveře jsou ovládány centrálně strojvedoucím. Mezi nástupním prostorem a oddíly jsou umístěny posuvné dveře, které rovněž zrychlují fluktuaci cestujících.

Od GVD 1965/66 bylo nasazeno 9 jednotek na traťový úsek Masarykovo nádraží (dříve Praha-Střed) – Kolín – Pardubice převážně ve dvojitém řazení. Tímto nasazením došlo ke zkrácení cestovní doby až o 25 min. Tyto jednotky byly od počátku provázeny četnými závadami a tím docházelo k nenaplňování turnusové potřeby. Několik jednotek bylo vyrobeno též na Ostravsko a do Košic. Od roku 1974 počaly být jednotky nasazovány na trať do žst. Beroun. Od GVD 1993/94 na stejném vozebním rameni docházelo k provoznímu nasazování jednotek se šesti vozy, z nichž byly později sestaveny třívozové jednotky využívané jako posila čtyřvozových. Dvě spojené jednotky řady 451 jsou vidět na obrázku 2.



Obrázek 2 – Elektrické motorové jednotky řady 451 na lince S9

Zdroj: autor

Z důvodu pozdní dodávky nových jednotek řady EM 488.0 a další turnusové potřeby se ČSD rozhodly pro řešení objednávky dalších 11 čtyřvozových jednotek EM 475.2 (řada 452), které byly dodány v letech 1972 a 1973. Tyto jednotky byly nasazeny na nově elektrizovanou trať Praha hl. n – Benešov (rok 1971). EMJ 452 mají oproti řadě 451 vylepšeny některé konstrukční celky.

Od roku 2003, kdy začaly být do oběhů nasazovány nové jednotky 471, zůstaly v současnosti nasazeny jednotky 451 pouze jako doplnění nedostatečného počtu moderních jednotek 471. Pro stále zvyšující se požadavky na kvalitu přepravy cestujících a nabízeného komfortu přestává být po nových dodávkách jednotek 471 řada 451 turnusována na některá ramena Eska (linky S1, S2 a S20), nicméně stále obsluhují linky S4 a S7.

Jednotka 451 umožňuje ve 4 vozovém řazení pojmut až 680 osob ve 2. vozové třídě, z čehož je 300 míst k sezení a 380 míst k stání, resp. u jednotek 452 je to 674 osob (294 míst k sezení). Maximální rychlost obou řad EMJ je 100 km/h (11 s. 94-111).

### **2.2.2 Řada 471**

Po neúspěšném provozu dvou prototypových dvoupodlažních jednotek 470 (nástupce řady 451/452) zadaly ČD požadavek na nové jednotky, které by odpovídaly trendu v západních zemích, např. klimatizované vozy, bezbariérovost, oddíl s 1. vozovou třídou,

variabilnost jednotek (různé složení motorových, vložených vozů a řídicího vozu). V provozu se nakonec přes všechny možné podporované kombinace objevily jednotky v třívozovém provedení: motorový, vložený a řídicí vůz (označení 471+071+971). Navýšení kapacity na spojích je řešeno spojením maximálně 2 jednotek. Pro soupravné vlaky (Sv) vlaky je možné spojení až 4 jednotek. Výroba byla zahájena v roce 1997 výrobcem ČKD Vagonka Ostrava a ŠKODA DT Plzeň. Na obrázku 3 je zobrazena jednotka 471.069-5 v korporátním nátěru ČD.



Obrázek 3 – Elektrická motorová jednotka řady 471 na lince S7

Zdroj: autor

Jednotka 471 je dvoupodlažní a v motorovém vozu je v horním podlaží oddíl 1. třídy. Do každého vozu je umožněn nástup, resp. výstup cestujících dvojicí dvoukřídlých představných dveří. Úroveň výšky podlahy odpovídá nově budovaným úrovněm nástupišť, tedy 550 mm nad temenem kolejnice. Interiér v jednotlivých vozech je koncipován jako velkoprostorový a komfort pro cestující je podle výše uvedeného trendu naplněn. EMJ jsou vybaveny akustickým a vizuálním informačním systémem s automatickým hlášením stanic, zastávek.

Obsaditelnost jednotky je celkem 643 míst, tzn. v 1. vozové třídě 23 míst, ve 2. vozové třídě 287 míst, 333 míst k stání a 6 míst pro cestující na vozíku. První a poslední nástupní

prostor, kde je také umístěno bezbariérově přístupné WC pro vozíčkáře, je vybaven zdvihací plošinou pro nastoupení a vystoupení cestujícího na vozíku.

Maximální rychlost je 140 km/h. Tato jednotka je nasazována jako homogenní dopravní prostředek na linkách S1, S2 a S20 (11 s. 196-209).

## **2.3 Linky Eska vedené elektrickými jednotkami**

Podle metodiky uvedené v kapitole 2.1 byla provedena analýza linek systému Esko: tj. zhodnocení jejich geografického rozdělení, stanovení významných žst. ve kterých dochází k propojení mezi ostatními linkami, provedena dekompozice systému na linky hlavní, vedlejší a doplňkové, výpočet intervalů mezi spoji a stanovení typu a počtu EMJ.

Takto získaná data pro následující výpočet nesouladů jsou uvedena v příloze A.

### **2.3.1 S1 Praha Masarykovo nádraží – Poříčany – Kolín**

Linka S1 vede severovýchodním směrem. Významnými dopravními body s návazností na další linky systému Esko jsou: Libeň (návaznost na linku S41), Úvaly (vratná žst. linky S7), Poříčany (S12) a Kolín (S2). Na těchto linkách jsou provozovány pouze EMJ 471.

Linka S1 má v dopravních špičkách interval 30 min v obou směrech. V období dopravního sedla zachován tento interval pouze do žst. Český Brod, linky pokračující až do Kolína mají interval 60 min.

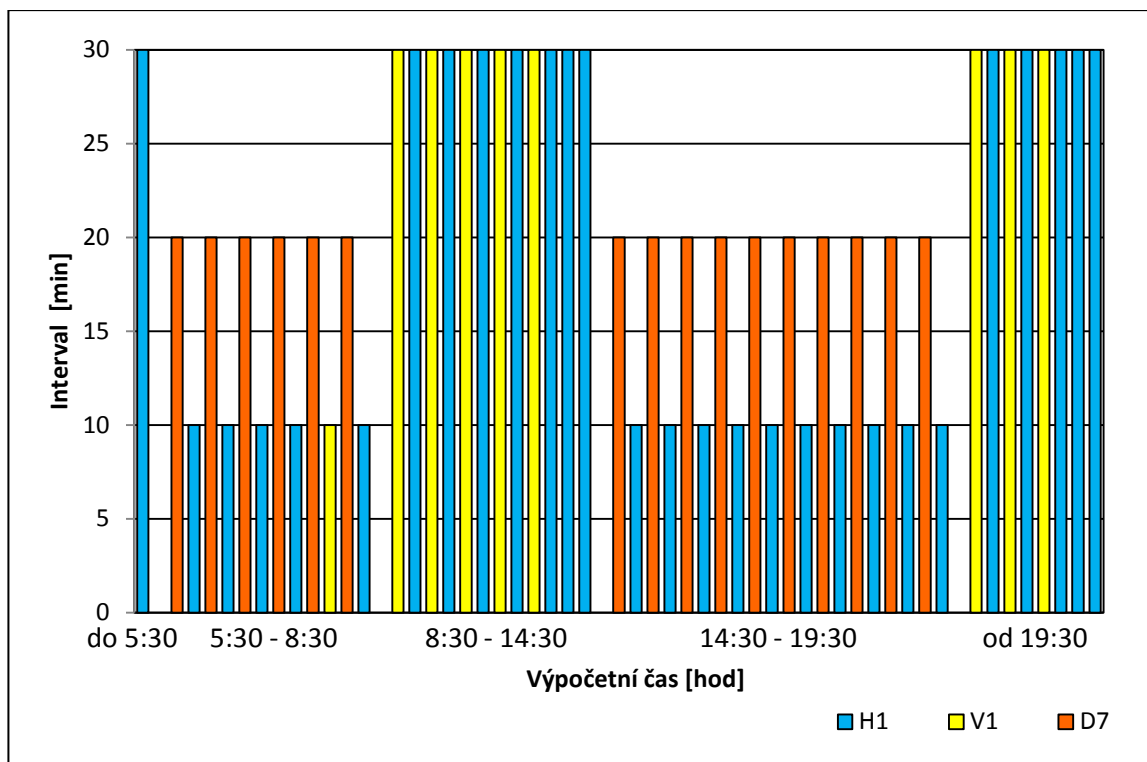
Linku S1 lze dekompozicí rozdělit na linku hlavní H1 (vlaky označeny 93XX), která v sobě obsahuje vedlejší linku V1 Masarykovo nádraží – Český Brod (číselná řada vlaků 86XX).

Intervaly spojů i počty EMJ jsou vypočteny pro traťový úsek Praha hl. n. – Úvaly, kde je navíc vnořena linka D7, která vznikla dekompozicí linky S7 (spoje 88XX a 99XX).

Označení dílčích linek pro výpočet intervalů:

- H1 – Masarykovo nádraží – Kolín,
- V1 – Masarykovo nádraží – Český Brod,
- D7 – Praha hl. n. – Úvaly.



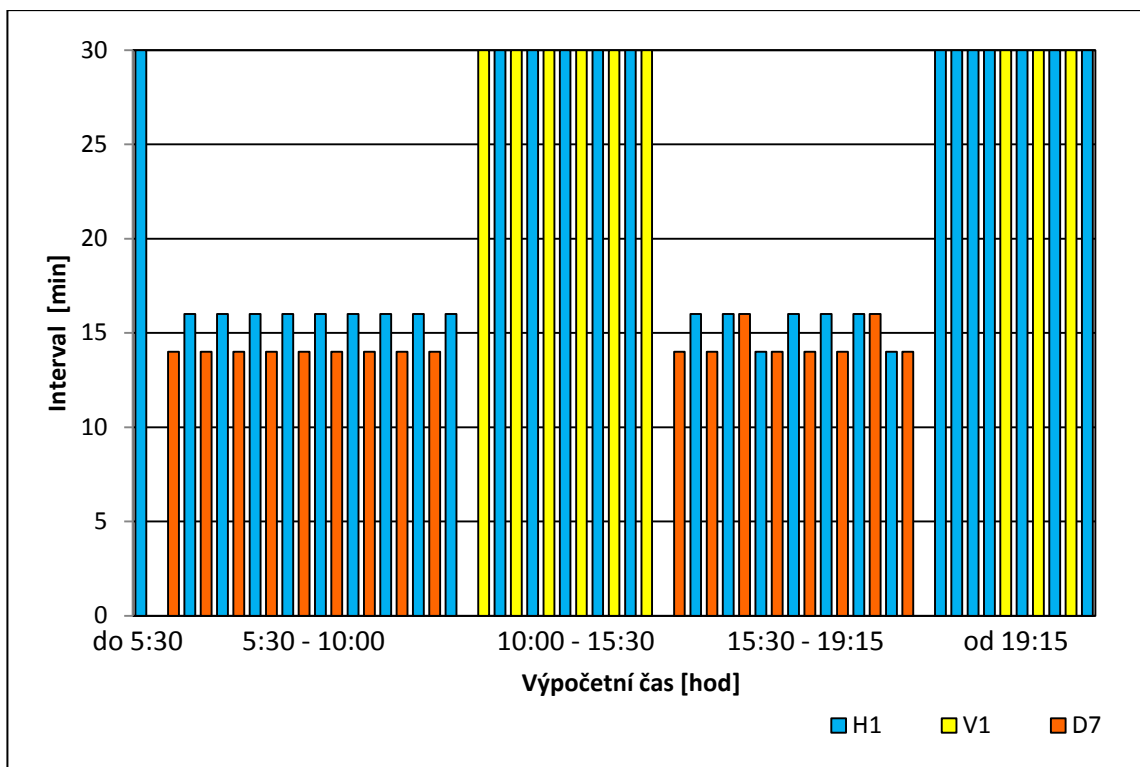


Obrázek 4 – Interval linky S1 v úseku Masarykovo nádraží – Úvaly v lichém směru

Zdroj: autor

Interval linky v lichém směru je uveden na obrázku 4. Vzhledem k tomu, že do hlavní linky H1 a vedlejší linky V1 je vnořena doplňková linka D7, která je trasována do žst. Praha hl. n., je interval počítán až při odjezdu ze stanice Libeň, kde dochází k propojení obou tratí. Ze žst. Libeň je mají vlaky linky H1 a V1 interval po celý den 30 min, který se ale zkracuje díky vnoření linky D7 na 10 a 20 min. V případě ranní špičky není nejednotný interval 10 a 20 min problémem, protože se jedná o slabší směr přepravní poptávky. Odpolední špička je oproti ranní o 2 hodiny delší.

Na obrázku 5 je znázorněn interval mezi vlaky v sudém směru, který je také jako v případě lichého směru sledován v Libni. Přímé spojení vlaky linky H1 v úseku Masarykovo nádraží – Kolín je v 30 min špičce snížen v úseku Libeň – Úvaly vnořenými vlaky linky D7 a osciluje mezi 14 a 16 min tzn., přibližuje se k polovině hlavního intervalu – 15 min. V dopravních sedlech je interval linky H1 60 min a je opět snížen na interval 30 min linkou V1. Snížení intervalu na této lince je možné hlavně díky doplňkové lince D7. Díky ní také existuje napojení východního okraje Prahy se západním.



Obrázek 5 – Interval linky S1 v úseku Masarykovo nádraží – Úvaly v sudém směru

Zdroj: autor

### 2.3.2 S2 Praha Masarykovo nádraží – Nymburk hl. n. – Kolín

Linka z Masarykova nádraží je vedena přes Lysou, Nymburk hl. n. (dále jen Nymburk), do žst. Kolín po trati 231, tj. severovýchodním směrem. Mezi významné dopravní body lze zařadit: Vysočany (návaznost na linku S3), Horní Počernice, která je konečnou stanicí linky S9, a Lysá, do které je společné vedení s linkou V20, která dále pokračuje do Milovic (trať 232).

Linka S2 má interval 30 min pouze v období ranní špičky, poté následuje interval 60 min, který trvá až do večera.

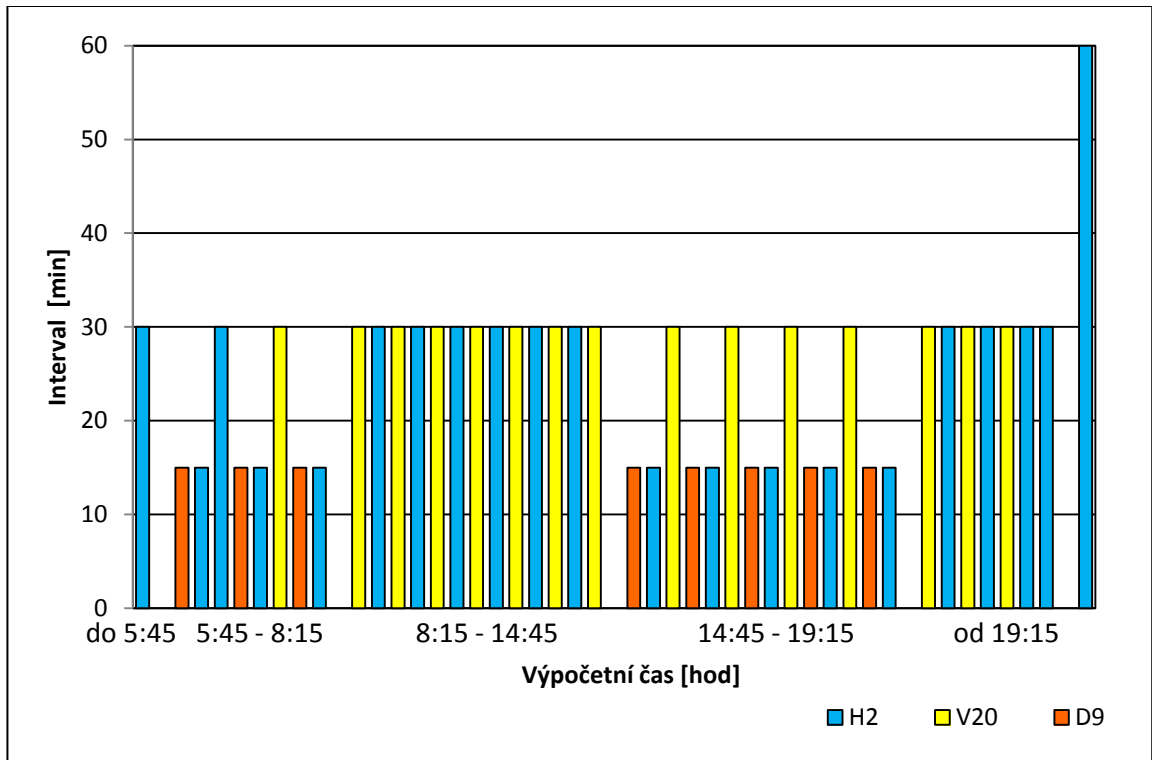
Samotná linka S2 nebyla dekompozicí rozdělena, protože je s ní souběžná linka S20, která však v Lysé odbočuje do Milovic, kterou lze považovat za vedlejší linku V20 (vlaky 94XX). Dále do linky S2 zasahuje až do žst. Praha-Horní Počernice (dále jen Horní Počernice) doplňková linka D9 s vlaky 25XX. Na této lince jsou v oběhu EMJ řady 471, které jsou v případě linky D9 doplněny také EMJ řady 451.

Vzhledem k tomu, že jízdní doby z žst. Praha hl. n. a Masarykova nádraží do Vysočan, kde dochází k souběhu obou tratí, jsou shodné, byl interval vypočítán v traťovém úseku Praha hl.n./ Masarykovo nádraží – Horní Počernice.



Označení dílčích linek pro výpočet intervalů:

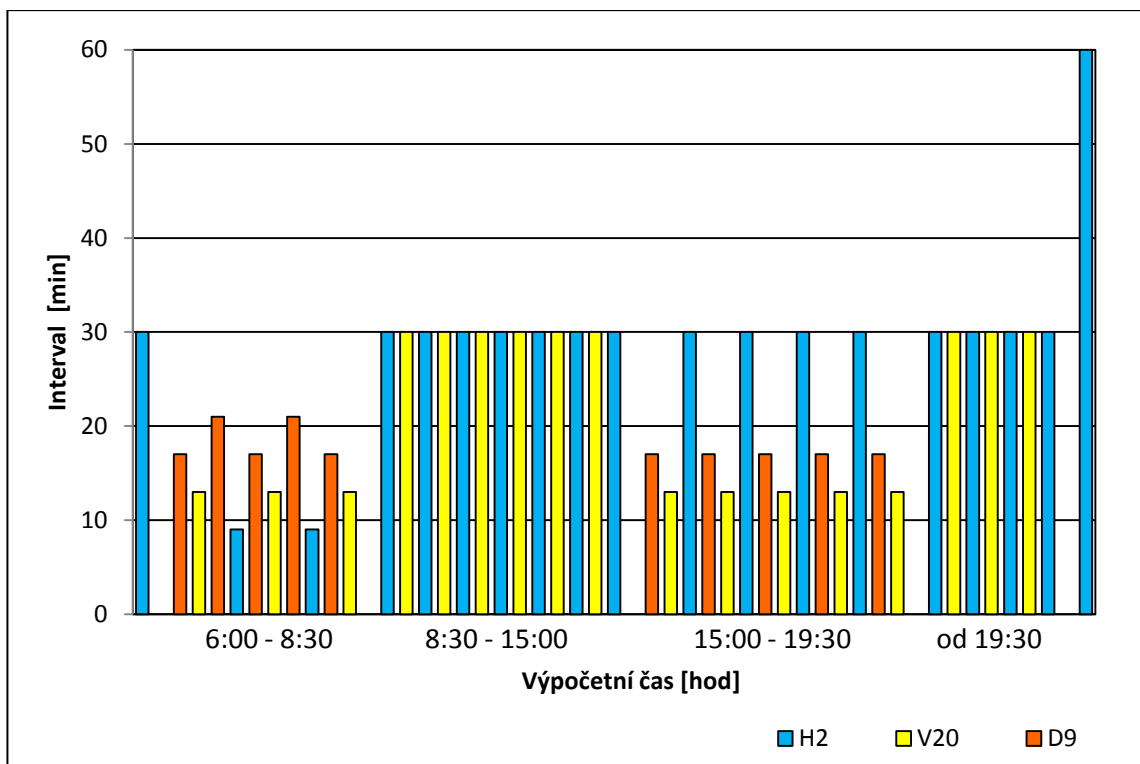
- H2 – Masarykovo nádraží – Nymburk – Kolín,
- V20 – Masarykovo nádraží – Milovice,
- D9 – Praha hl. n. – Horní Počernice.



Obrázek 6 – Interval linky S2 a S20 v úseku Praha hl.n/Masarykovo nádraží – Horní Počernice v lichém směru

Zdroj: autor

Interval lichého směru uvedený na obrázku 6 vykazuje pravidelnost 30 min při střídání vlaků H2 a V20. Vlaky linky D9 jsou vedeny pouze do poslední žst. na území hl. m. Prahy (Horní Počernice) a snižují interval v období ranní a odpolední špičky na 15 min. Mezi dvěma posledními spoji je již interval 60 min.



Obrázek 7 – Interval linky S2 a S20 v úseku Praha hl.n/Masarykovo nádraží – Horní Počernice v sudém směru

Zdroj: autor

Interval sudého směru je znázorněn na obrázku 7. Do rovnovážného intervalu 30 min, který by tvořily samostatné linky H2 a V20, zasahují spoje linky D9, díky nimž je v obou špičkách nepravidelný interval, např. v ranní špičce: 9, 13, 17 a 21 min.

### 2.3.3 S4 Praha Masarykovo nádraží – Kralupy nad Vltavou – Hněvice

Trať označená v knižním JŘ pod číslem 090, resp. 091 vede z hlavního města severním směrem a až do Vraňan kopíruje levý břeh Vltavy. Z Dolních Bečkovic do Roudnice nad Labem (dále jen Roudnice) vede po levém břehu řeky Labe. Linku lze tedy zahrnout do severovýchodní skupiny.

Mezi významné žst. lze zařadit Praha-Bubeneč (spojení s linkou S41), Roztoky u Prahy (konečná stanice linky S41), Kralupy nad Vltavou s napojením na další linky: S40 (trať 110), S43 (trať 092), S44 (trať 111) a S45 (trať 093).

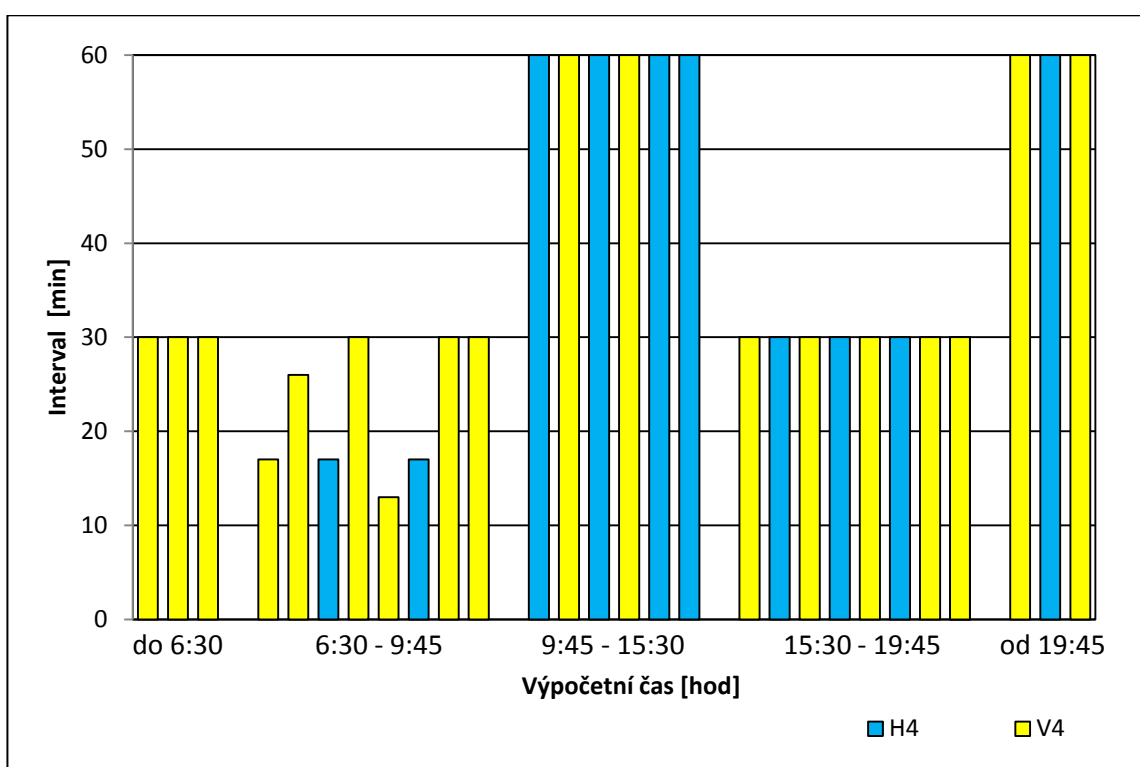
Intervaly spojů na této lince jsou nepravidelné. V ranní špičce lze považovat interval za přibližně 30 min, v době dopravního sedla cca 120 min, ale některé spoje končí v žst. Kralupy, jiné pokračují až do Ústí nad Labem (interval cca 60 min). Pravidelnost je zde dále komplikována posilovými vlaky, které některé zastávky projíždí.

Linku S4 lze rozdělit na linku hlavní H4, která je obsluhována EMJ řady 471, spoje jsou značeny 69XX, a vedlejší linku V4, která je obsluhována EMJ řady jak 471 i 451 pro ranní a odpolední špičku, spoje jsou značeny 96XX. Intervaly budou na této lince spočítány v traťovém úseku Masarykovo nádraží – Kralupy.

Označení dílčích linek pro výpočet intervalů:

- H4 – Masarykovo nádraží – Hněvice,
- V4 – Masarykovo nádraží – Kralupy.

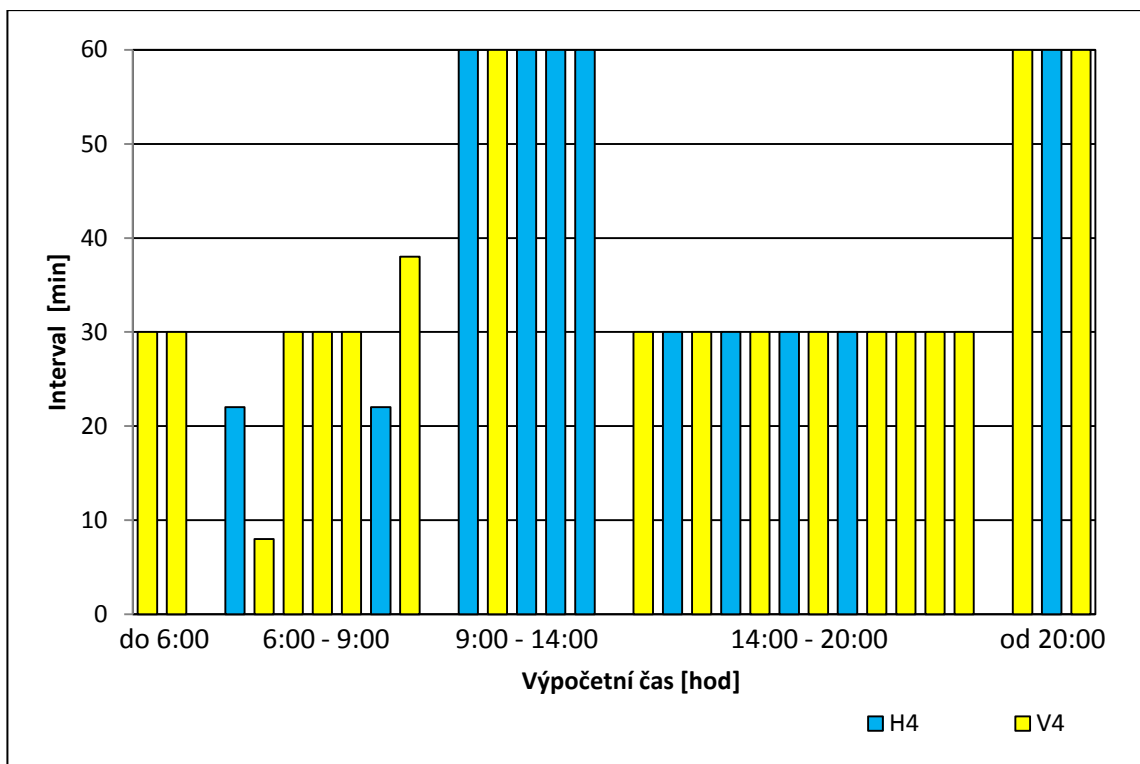
V porovnání s ostatními linkami má linka S4 nejdelší interval ve špičkách, ale i mimo ně. Na lince S4 jsou četnější vlaky linky V4 oproti vlakům linky H4, které překonávají velkou vzdálenost mezi Prahou a Ústím nad Labem.



Obrázek 8 – Interval linky S4 v úseku Masarykovo nádraží – Kralupy v lichém směru

Zdroj: autor

Obrázek 8 znázorňuje interval mezi spoji na linkách H4 a V4 v lichém směru, tedy do hl. m. Prahy. V období ranní a odpolední špičky je interval zpravidla 30 min. V ranní špičce je interval snížen posilovými vlaky vedlejší linky. Odpolední špička již nevykazuje žádné výkyvy.



Obrázek 9 – Interval linky S4 v úseku Masarykovo nádraží – Kralupy v sudém směru

Zdroj: autor

Intervaly mezi vlaky linky S4 v sudém směru z Prahy, jak jsou uvedeny na obrázku 9, jsou v ranní špičce sníženy vloženými posilovými vlaky. Odpolední doprava má ve špičce 30 min a v sedlech 60 min pravidelný interval.

Vedlejší linka má v porovnání s linkou hlavní poměr spojů 2:1.

### 2.3.4 S7 Úvaly – Praha hl. n. – Beroun

Tato linka je vedena jihozápadním směrem. Významnými žst. jsou v ŽUP Smíchov s odbočnými tratěmi 122 (linka S65) a 173 (linka S6), ve Středočeském kraji Zadní Třebáň s odbočnou tratí č. 172 (linka S76) a Beroun, odkud dále pokračují trať č. 170 ve směru na Plzeň (linka S60 + S70), trať 173 (S6) a trať 174 (S75).

V době ranní špičky je interval spojů do Berouna 30 min. V období dopravního sedla je tento interval zachován pouze do žst. Karlštejn nebo Řevnice a do Berouna mají spoje interval 60 min. Spoje do/z Úval jezdí pouze v dopravní špičce s intervalem 30 min.

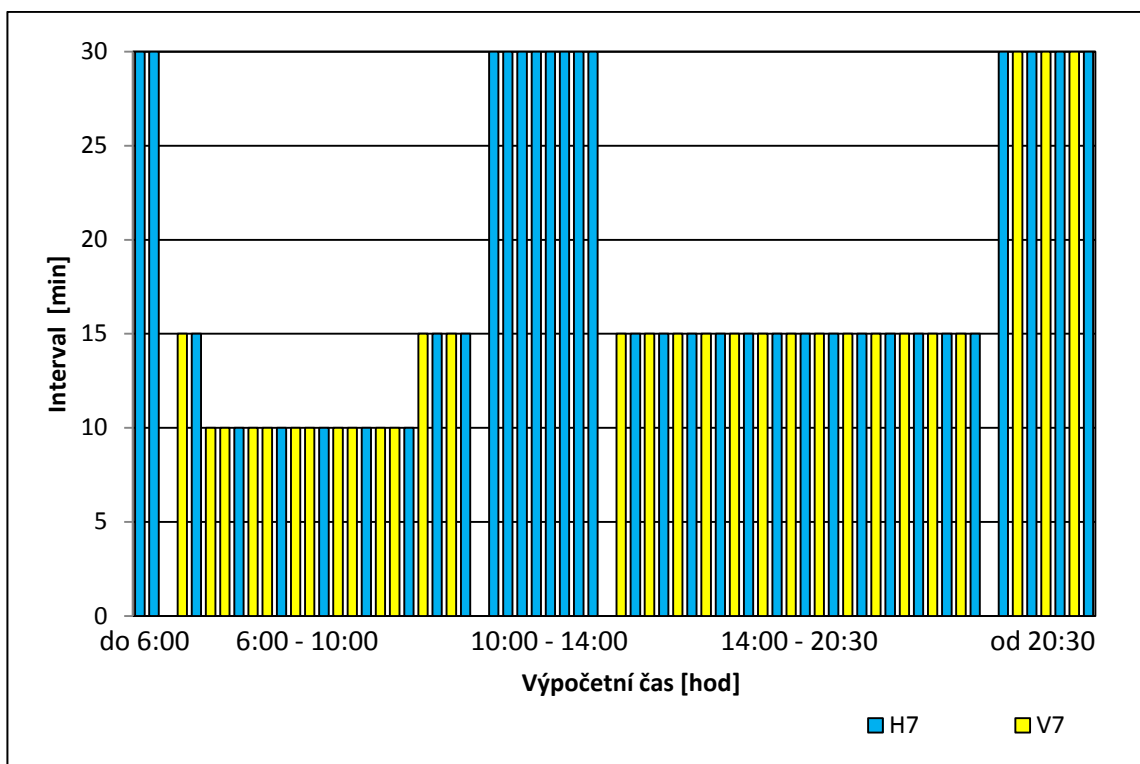
Linku S7 lze rozdělit na linku hlavní H7, která je obsluhována EMJ řady 471, vlaky jsou značeny 88xx. Dále na linku vedlejší V7, kde jsou používány jak EMJ řady 471, tak i soupravy vozů taženými elektrickou lokomotivou, spoje jsou značeny 99xx a linku doplňkovou D7. V tomto případě není doplňková linka vnořena do linky hlavní, ale jedná se o pokračování H7 a V7 za žst. Praha hl.n.do Úval v době dopravních špiček. Po příjezdu

do žst Praha hl. n. z Úval dochází ke spojování s dalšími EMJ z linky H7 za účelem navýšení kapacity pro přepravu cestujících. Tato doplňková linka má význam především pro snížení intervalu spojů linky S1 a tudíž jsou její intervaly více popsány již v kapitole 2.3.1.

Tato doplňková linka byla popsána již v analýze linky S1. Z tohoto důvodu jsou intervaly popsány pro H7 a V7 v traťovém úseku Praha hl. n. – Řevnice.

Označení dílčích linek pro výpočet intervalů:

- H7 – Praha hl. n. – Beroun,
- V7 – Praha hl. n. – Radotín/Řevnice/Karlštejn.



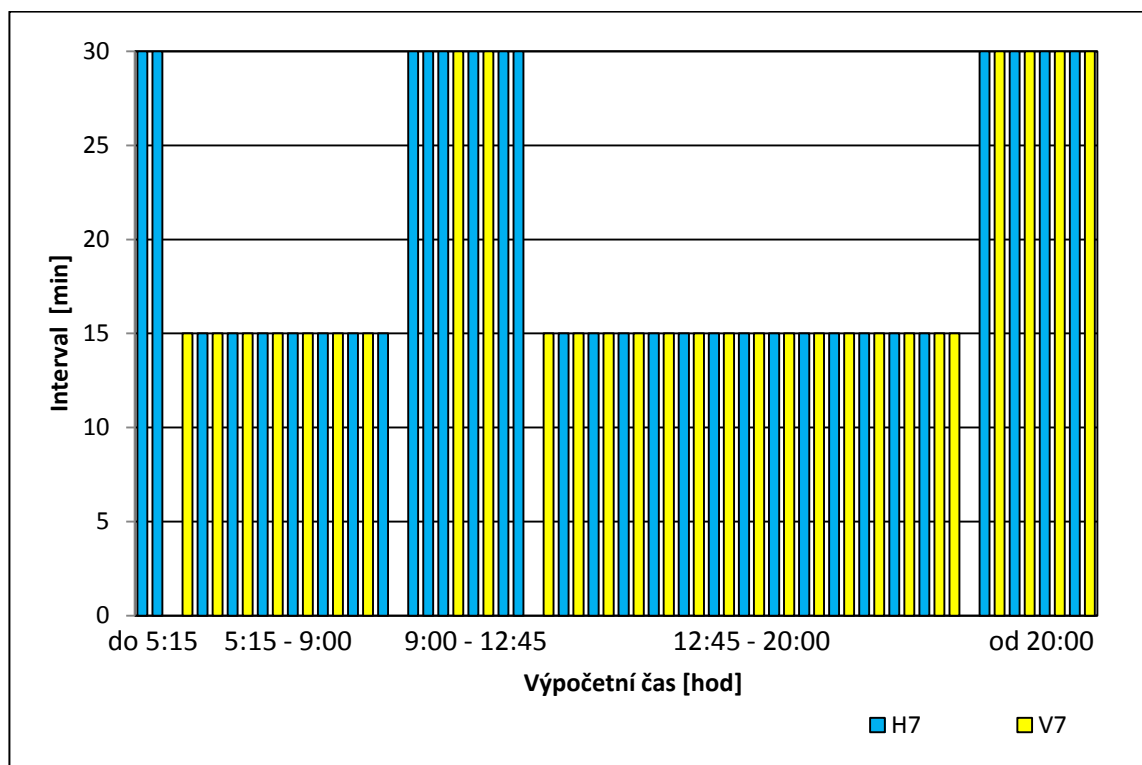
Obrázek 10 – Interval linky S7 v úseku Praha hl. n. – Řevnice v lichém směru

Zdroj: autor

Na obrázku 10 je vidět velmi atraktivní interval pro cestující, který je snížen vložением vlaků linky V7 na 15 či 10 min v ranní špičce a na 15 min v odpolední špičce. Dopravní sedla mají interval 30 min.

U linky V7 je situace komplikovaná tím, že jednotlivé vlaky nemají vždy shodnou výchozí stanici. Vlaky jsou výchozí z Radotína (ranní špička), Řevnic (převážná většina vlaků v odpolední špičce) či z Karlštejna. Liší se i zastávky obsluhované jednotlivými spoji (tj. liší se i jízdními dobami). Vlaky v ranní špičce zastavují i na zastávkách Všenory, Černošice-Mokropsy a Praha-Velká Chuchle, což umožňuje dopravně obsloužit všechny dopravní body

hlavního přepravního směru. Projetí těchto zastávek ostatními spoji zkracuje jízdní dobu o 5 min.



Obrázek 11 – Interval linky S7 v úseku Praha hl. n. – Řevnice v sudém směru

Zdroj: autor

V sudém směru (do Berouna), který je znázorněn na obrázku 11, mají spoje linky H7 interval 30 min, který je ale v ranní a odpolední špičce snížen na 15 min vložím vlaků linky V7 do linky H7. V období dopravního sedla pak interval trvá 30 min.. U tohoto směru je opět situace komplikovaná tím, že jednotlivé spoje končí buď v Radotíně, Řevnicích nebo v Karlštejně. Liší se taktéž obslužnost jednotlivých zastávek, kdy ve všech dopravních bodech zastavují až vlaky ve večerním sedle.

### 2.3.5 S9 Praha-Horní Počernice – Praha hl. n. – Strančice – Benešov u Prahy

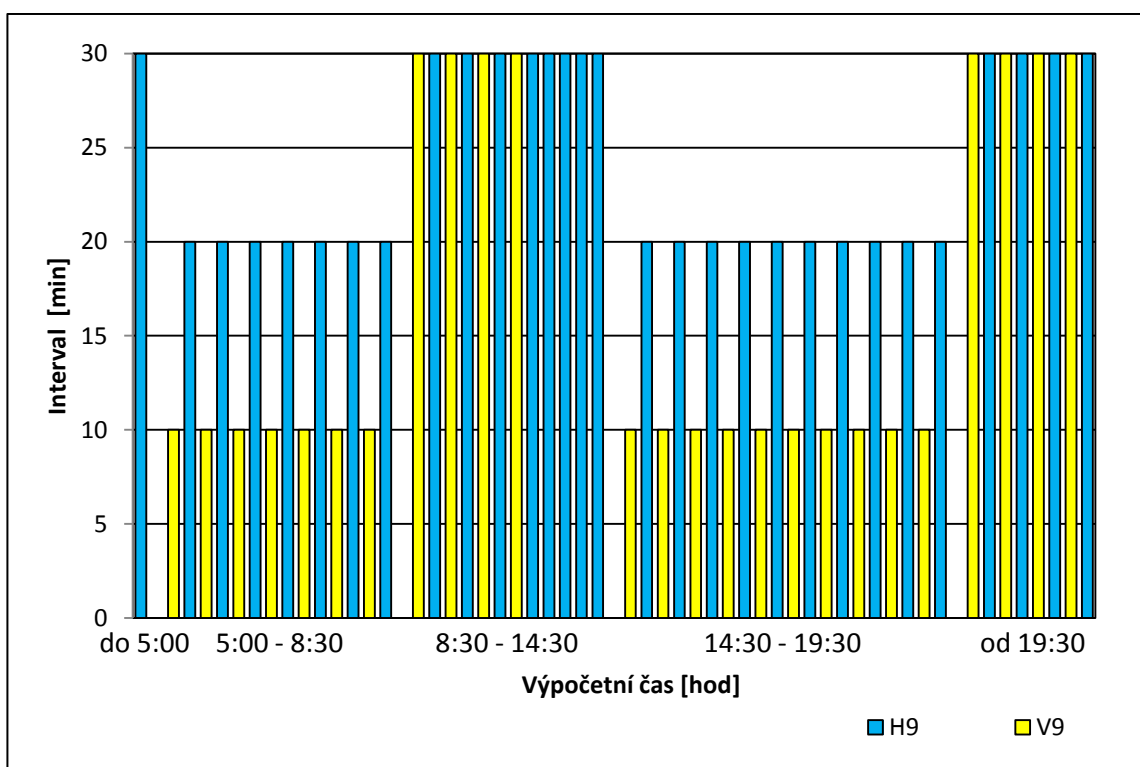
Z Prahy je trať č. 221 vedena jihovýchodním až jižním směrem. Mezi žst. Praha-Hostivař a Benešovem byla v letech 2006 – 2010 provedena modernizace v rámci IV. tranzitního železničního koridoru (9 s. 110). Linka je obsluhována EMJ řady jak 471, tak i 451. Významnými dopravními body jsou: Praha-Hostivař (konečná stanice linky S4), Strančice, kde končí vlaky linky S9 relace 91XX, Čerčany8 s návazností na trať č. 210 s linkou S8 a č. 212 s linkou S88 a Benešov, odkud pokračuje trať ve směru Tábor a České Budějovice pod číslem 220 a odkud navazuje trať č. 222 do Trhového Štěpánova.

Spoje na této lince z Prahy hl. n. do Benešova jezdí v dopravní špičce v intervalu 30 min. Mimo dopravní špičku je tento interval zachován pouze do žst. Strančice a do Benešova jezdí spoje v intervalu 60 min. Spoje z/do Horních Počernic jsou vedeny pouze v období dopravních špiček, ve směru do Horních Počernic v intervalu 60 min. Z Horních Počernic jsou spoje vedeny v intervalu 30 min, přičemž spoje končí střídavě v žst. Benešov a žst. Strančice.

Linku S9 lze dekompozicí rozdělit na linku hlavní H9 vedoucí až do Benešova (vlaky 25XX), linku vedlejší V9 končící ve Strančicích (vlaky 91XX) a linku doplňkovou D9, která pokračuje za žst. Praha hl. n. do žst. Horní Počernice a snižuje interval spojů v lince S2. Z tohoto důvodu je charakterizována již v kapitole 2.3.2.

Označení dílčích linek pro výpočet intervalů:

- H9 – Praha hl. n. – Benešov,
- V9 – Praha hl. n. – Strančice

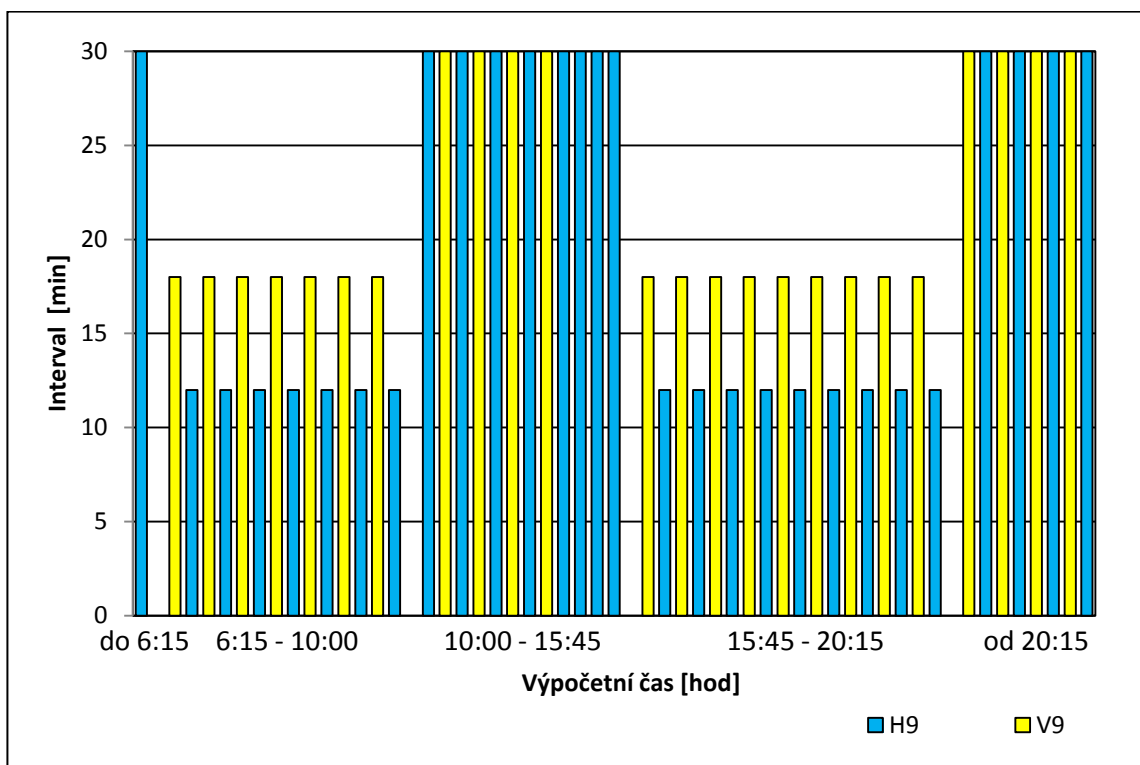


Obrázek 12 – Interval linky S9 v úseku Praha hl. n. – Strančice v lichém směru

Zdroj: autor

Na obrázku 12 je zobrazen interval lichého směru. V období dopravních špiček je interval 30 min linky H9 snížen na 10 a 20 min vložení spojů linky V9 a to tak, že vlaky linky V9 odjíždějí ze žst. Praha hl. n. vždy 10 min po vlacích linky H9. Oproti ostatním linkám Esko začíná ranní špička již v 5:00, což je dáno vyšší přepravní poptávkou

v obráceném směru, pro který je ale třeba navést vlakové soupravy. V období dopravních sedel je interval 60 min u linky H9 snížen vložением spojů linky V9 na 30 min.



Obrázek 13 – Interval linky S9 v úseku Praha hl. n. – Strančice v sudém směru

Zdroj: autor

V sudém směru (obrázek 13) je v období ranní a odpolední špičky interval 30 min mezi spoji linky H9 snížen vložением linky V9 na 18 a 12 min. Dopravní sedla vykazují neměnný interval 30 min.

### 2.3.6 S20 Praha Masarykovo nádraží – Milovice

Tato linka je vedena severovýchodním směrem a vznikla jako přímé spojení Milovic s hlavním městem Prahou, které se rychle osídlily po rekonstrukci kasáren.

Z Masarykova nádraží do Lysé je linka S20 trasována shodně jako linka S2, z Lysé je vedena po jednokolejné trati uvedená v knižním JŘ pod číslem 232 do žst. Milovice, kde je jízda vlaků s přepravou cestujících možná pouze k nástupišti č. I u 2. staniční koleje o délce 200 m (2).

Linka S 20 má interval 60 min po celý den v obou směrech.

Kvůli souběhu linky S20 a linky S2 je vhodnější s linkou S20 pracovat jako s linkou vedlejší (V20) k hlavní lince H2. Z tohoto důvodu jsou její charakteristiky uvedeny již u linky S2 v kapitole 2.3.2.



### 2.3.7 Zhodnocení linek Eska

Z grafického vyjádření intervalu jednotlivých linek systému Eska je možné vidět jejich vzájemné podobnosti i odlišnosti. Rozdíly v intervalech mezi jednotlivými linkami jsou způsobeny požadavky objednavatele dopravy a s tím související přepravní poptávkou, stávajícím vedením linek a v některých případech přesahem jedné linky do druhé, dispozicí a stavem infrastruktury.

Na základě dekompozice linek systému Eska bylo vytvořeno 12 nových linek, z nichž 5 lze považovat za linky hlavní, 5 za vedlejší a 2 za doplňkové:

- H1: Praha hl. n. – Poříčany – Kolín,
- H2: Praha hl. n. – Nymburk – Kolín,
- H4: Praha hl. n. – Hněvice,
- H7: Praha hl. n. – Beroun,
- H9: Praha hl. n. – Benešov,
- V1: Praha hl. n. – Český Brod,
- V4: Praha hl. n. – Kralupy,
- V7: Praha hl. n. – Radotín/Řevnice/Karlštejn,
- V9: Praha hl. n. – Říčany/Strančice,
- V20: Praha hl. n. – Milovice,
- D7: Úvaly – Praha hl. n.,
- D9: Praha hl. n. – Vysočany/Horní Počernice.

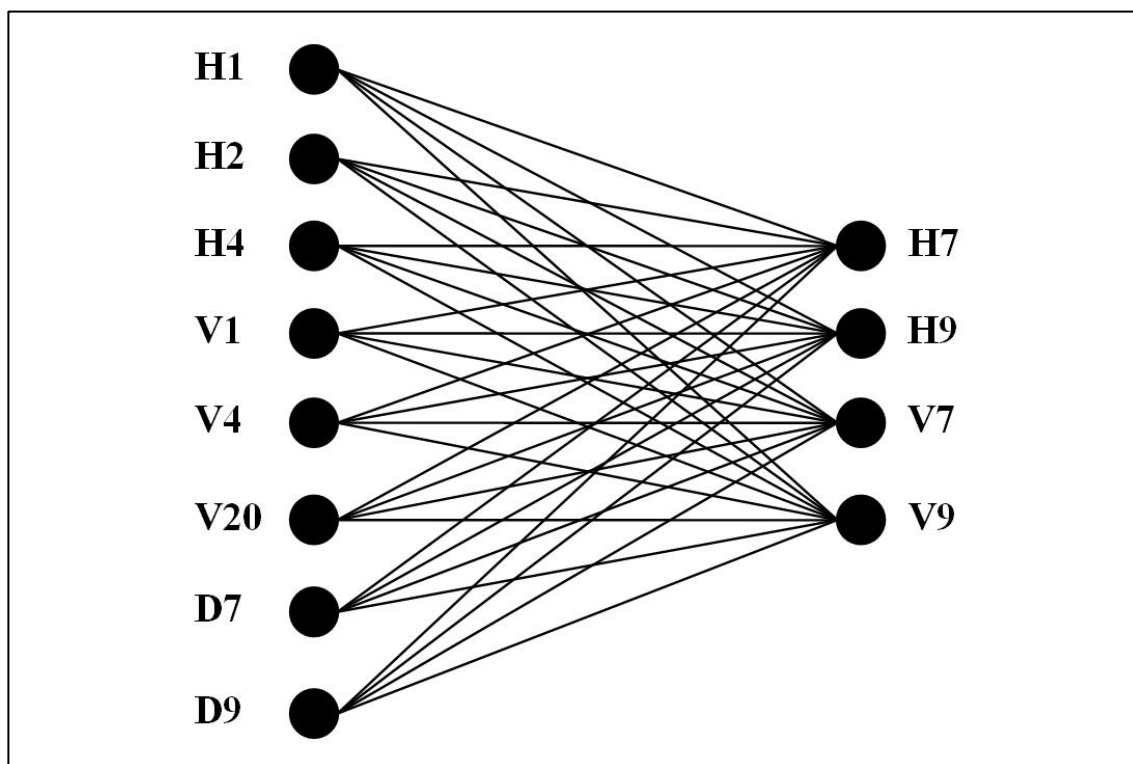
## 2.4 Nalezení optimální varianty

Po dokončení zjišťování charakteristik jednotlivých linek budou data odpovídajícím způsobem upravena a použita pro samotný výpočet. Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.1, tak se nejprve jednotlivé linky rozdělí do dvou skupin a toto rozdělení se upraví tak, aby byl v obou skupinách stejný počet prvků. Teprve poté bude moci dojít k výpočtu nových intervalů, počtu nesouladů a k provedení samotnému výpočtu vedoucího k nalezení optimální varianty.

### 2.4.1 Rozdělení do skupin

Z analýzy jednotlivých linek a provedené dekompozice vyplývá, že lze linky rozdělit do dvou skupin: severovýchodní, která obsahuje linky H1, H2, H4, V1, V4, V20, D7 a D9, a jihozápadní s linkami H7, H9, V7 a V9. Z takového rozdělení je možné vytvořit bipartitní

graf, který lépe znázorňuje všechny možnosti spojení linek mezi sebou. Obě skupiny jsou znázorněny na obrázku 14.



Obrázek 14 – Rozdělení dílčích linek do dvou skupin v bipartitním grafu

Zdroj: autor

Jak je vidět z obrázku 14, mezi jednotlivými směry existuje výrazný nepoměr (8:4), který byl ještě navýšen doplňkovými linkami. Tento nepoměr vylučuje možnost spojení linek beze zbytku.

#### 2.4.2 Sloučení některých linek

Vzhledem k tomu, že pro výpočet a nalezení optimálního řešení je nutný stejný počet prvků na obou stranách a vzhledem k tomu, že dekompozice způsobila roztržitost intervalu původních linek systému Esko, je nutné některé linky opětovně sloučit.

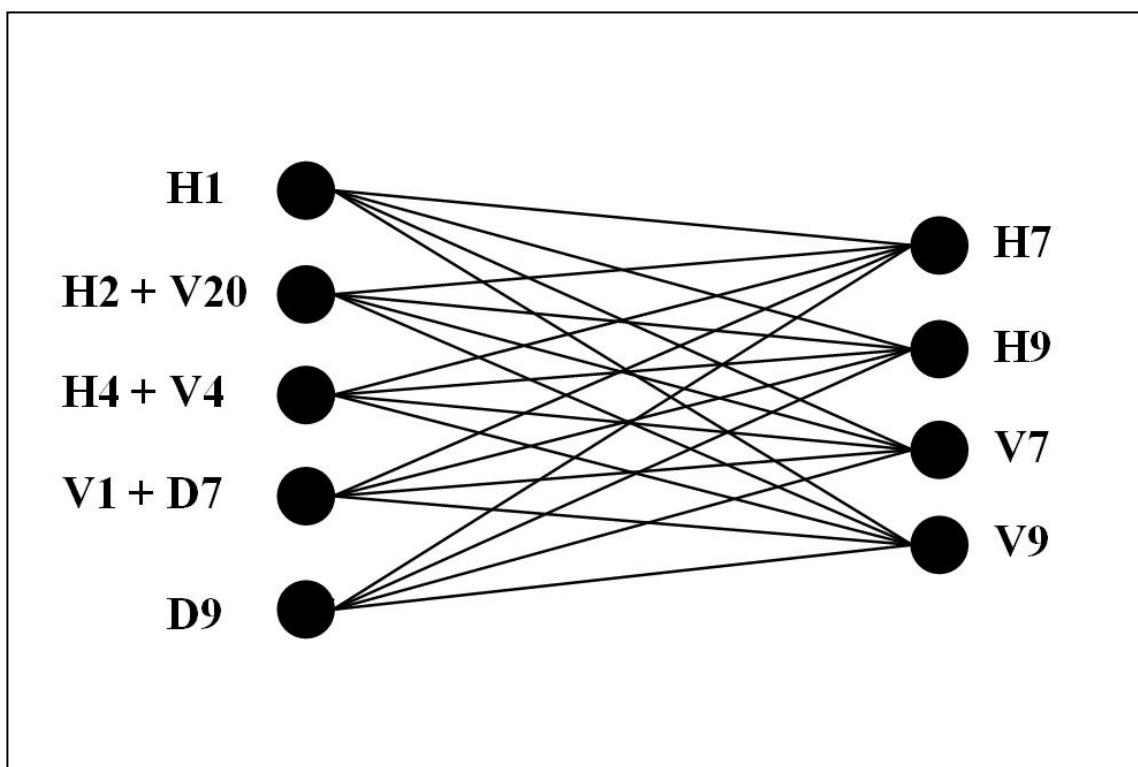
Opětovné sloučení hlavní linky H2 s vedlejší linkou V20 přispělo ke stabilizaci intervalu na 30 min po celý den. Označení těchto dvou dílčích linek bude i dále respektováno, protože mají rozdílné koncové žst.

Dále byla opětovně sloučena linka H4 s linkou V4, protože páteřní linka H4 nemá sama o sobě dostatečný počet spojů, které by zajistily stabilní interval, ale ke stabilizaci intervalu dojde po sloučení s linkou V4, která má 2x větší počet spojů než linka H4.

Dále byly spojeny linky V1 a D7. Spojené linky D7 jsou vedeny ve špičkách a spoje linky V1 v dopravních sedlech, takže si vzájemně nekonkurují. Vzhledem k tomu, že spoje

linky V1 končí v žst. Úvaly, zatímco spoje linky D7 v žst. Český Brod, je nutné stanovit společnou konečnou žst. Pokud by měl být konečnou žst. Český Brod, tak by k zajištění všech spojů bylo nutné přidat další EMJ, a tím by také došlo k prodloužení pobytu v žst. Český Brod. Druhou možností je zkrácení sloučených linek do Úval.

Jak je vidět z bipartitního grafu na obrázku 15, sloučení těchto linek vede ke snížení poměru vrcholů na 5:4.



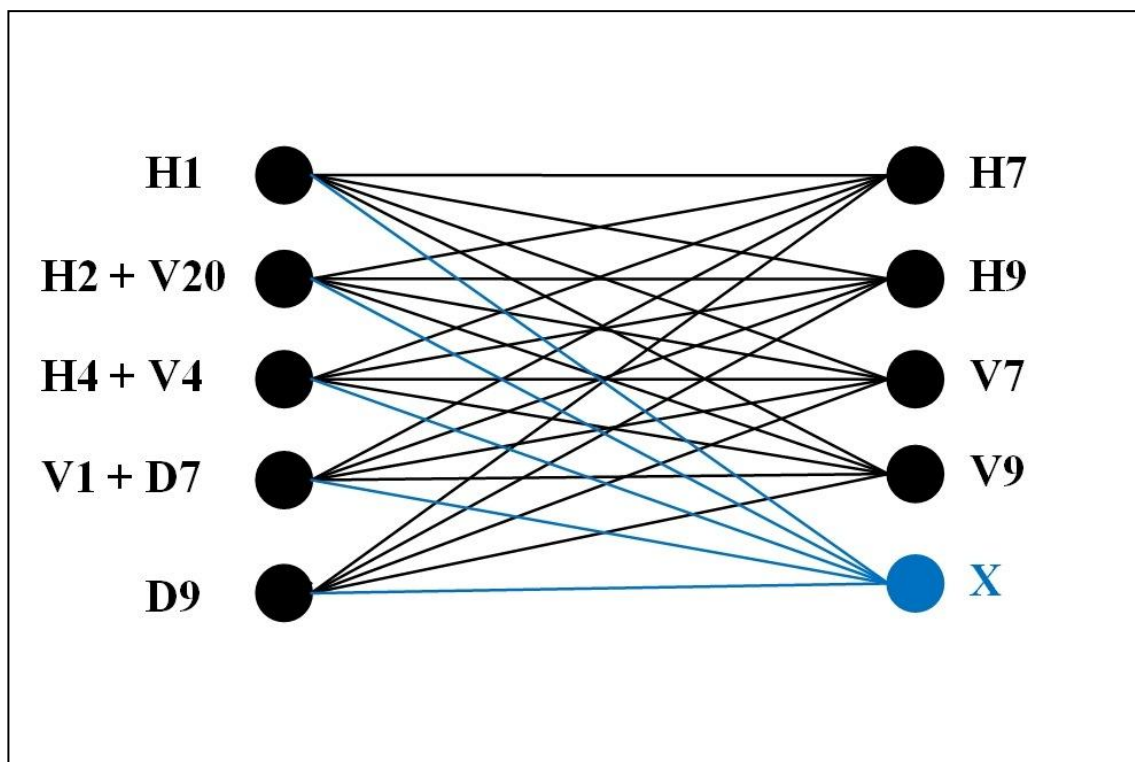
Obrázek 15 – Sloučené linky v bipartitním grafu

Zdroj: autor

### 2.4.3 Přidání fiktivní linky

Pro vybrání optimální varianty nového spojení linek pomocí přiřazovacího problému metodou lineárního programování je zapotřebí stejný počet prvků v obou množinách linek. Do množiny jihozápadních linek byla proto přidána fiktivní linka **X**, která neobsahuje žádné spoje, a tudíž nemá žádné intervaly a EMJ.

Na obrázku 16 je znázorněn upravený bipartitní graf s přidanou fiktivní linkou **X**. Vrchol a jednotlivé hrany linky **X** jsou barevně odlišeny od ostatních linek a jejich vzájemného spojení. Tento graf je kompletní tzn., že je každý vrchol na jedné straně spojen hranou s každým vrcholem na opačné straně.



Obrázek 16 – Upravený bipartitní graf s fiktivní linkou X

Zdroj: autor

Přestože je tato linka X fiktivní, tak s ní je s ní pracováno nejen při samotném přiřazení linek, ale také ve vztahu k průjezdnému modelu. Ve výsledku bude pro linku X vytvořeno linkové vedení ze žst. Praha hl. n, které bude buď společné s linkami z množiny  $J$ , nebo bude vytvořeno úplně nové vedení.

#### 2.4.4 Nové intervaly na linkách

Po dekompozici a po opětovném spojení některých linek byly zjištěny z JŘ nové intervaly, které jsou uvedeny v tabulce 1. Z tabulky 1 je vidět, že vedlejší a doplňkové linky nemají v ranních sedlech žádný interval (označeno číslicí 0). Fiktivní linka X nemá interval v žádném časovém období.

Tabulka 1 – Nové intervaly linek po dekompozici a linek opětovně sloučených (v min)

Linka (směr)	Sedlo	Špička	Sedlo	Špička	Sedlo
	do 6:00	6:00 - 9:00	9:00 - 14:00	14:00 - 19:00	od 19:00
H1	30	30	60	30	30
H2 + V20	30	30	30	30	30
H4+V4	30	30	60	30	60
V1 + D7	0	30	60	30	60
H7	30	30	30	30	30
H9	30	30	30	30	60
V7	0	30	0	30	60
V9	0	30	60	30	60
D9	0	30	0	30	0
X	0	0	0	0	0

Zdroj: autor

### 2.4.5 Nesoulady linek

Dalším krokem před použitím metody lineárního programování je výpočet počtu nesouladů pro každou variantu spojení dvou linek (kombinace podle obrázku 16). Nejprve byl stanoven počet nesouladů pro každý spoj v obou směrech (příloha A). Z těchto tabulek byl pak vypočítán celkový počet nesouladů pro každou kombinaci linek, jak je uvedeno v tabulce 2. Tyto hodnoty znamenají ohodnocení přiřazení každé varianty spojení linek.

Tabulka 2 – Počet nesouladů jednotlivých variant spojení linek

		Linky jihozápadní				
		H7	H9	V7	V9	X
Linky severovýchodní	H1	34	37	48	48	87
	H2+V20	38	38	52	52	101
	H4+V4	44	49	25	15	58
	V7+D7	49	41	17	16	52
	D9	62	47	44	40	39

Zdroj: autor

### 2.4.6 Optimální řešení

Pro zjištění optimálního řešení byl použit matematický model převedený do doplňku Řešitel aplikace MS Excel. Oba algoritmy jsou uvedeny v kapitole 2.1.4.

V tabulce 3 jsou uvedeny veškeré možné kombinace linek a jejich přiřazení (hodnota 1) či nepřičtení (hodnota 0). Při porovnání sloupců tabulky 2 a 3 je vidět, že většině

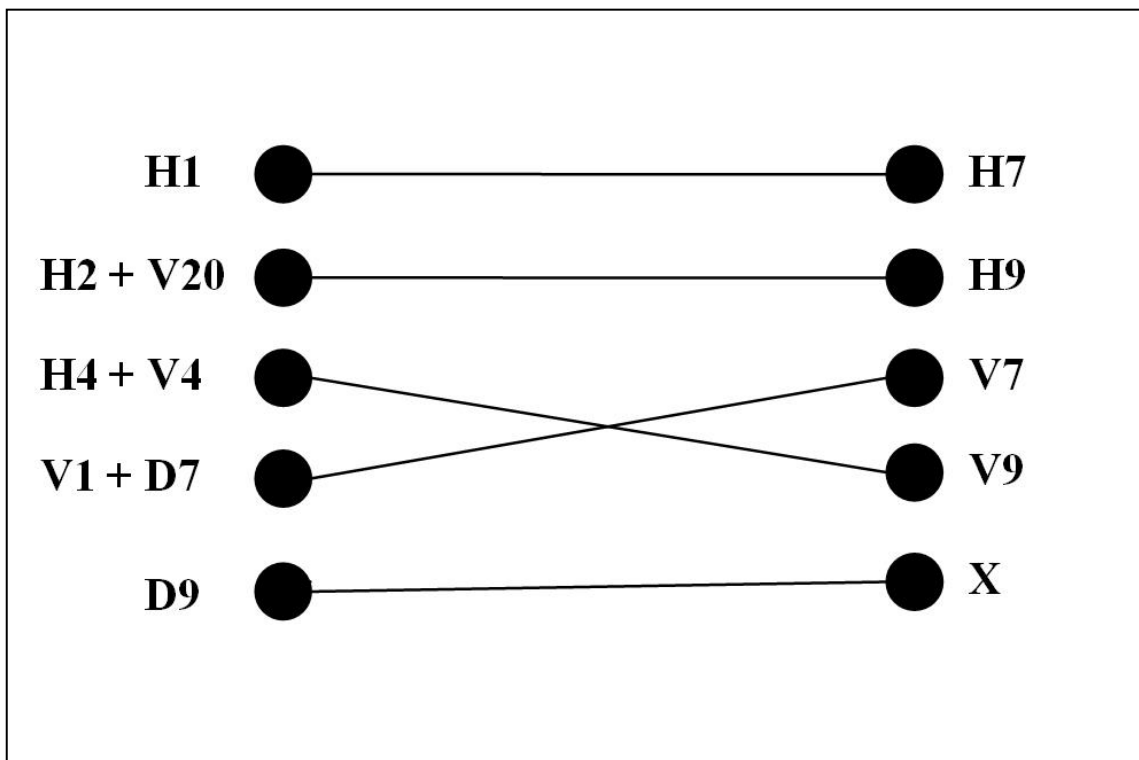
případů byly vybrány kombinující linky s nejnižším počtem nesouladů a v ostatních případech je to druhá nejnižší hodnota.

Tabulka 3 – Přiřazení linek po výpočtu

		Severovýchodní linky				
		H7	H9	V7	V9	X
Jihozápadní linky	H1	1	0	0	0	0
	H2+V20	0	1	0	0	0
	H4+V4	0	0	0	1	0
	V7+D7	0	0	1	0	0
	D9	0	0	0	0	1

Zdroj: autor

Samotné přiřazení linek je zobrazeno v bipartitním grafu na obrázku 17. Každý vrchol je spojen s jiným vrcholem v opačné množině právě jednou hranou. Nejen z tabulky 3, ale také z obrázku 17 lze zjistit, že jsou k sobě navzájem přiřazeny linky stejného druhu (hlavní k hlavním, vedlejší k vedlejším). Doplňková linka D9 je přiřazena k fiktivní lince X.



Obrázek 17 – Optimální řešení vyznačené v bipartitním grafu

Zdroj: autor

### **2.4.7 Nově vytvořené linky**

Po nalezení optimálního řešení vedení linek bylo vytvořeno i jejich nové značení. V nově navrženém modelu bylo respektováno původní značení písmenem S. Číslo linky pak vychází z původní linie linek.

Nové vedení linek:

- S1: Kolín – Český Brod – Řevnice – Beroun,
- S2: Kolín – Nymburk/Milovice – Strančice – Benešov,
- S4: Roudnice – Kralupy – Vršovice – Strančice,
- S7: Úvaly – Radotín – Řevnice,
- S9: Horní Počernice – Vršovice – Radotín.

### **3 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉ VARIANTY**

Pomocí přiřazovacího problému řešeného lineárním programováním bylo zjištěno optimální řešení spojení linek a bylo vytvořeno nové vedení linek Esko. V dalším kroku bude tento model aplikován na současný stav infrastruktury a vytvořen síťový graf s novými linkami a navrženými intervaly pro dopravní špičku založenými na reálných jízdních dobách. Na základě tohoto grafu bude vytvořen plán obsazení kolejí v době dopravní špičky v žst. Praha hl. n.

#### **3.1 Srovnání původních návrhů a nového modelu**

Stanice Praha hl. n. byla považována za ústřední nádraží i v dřívějších návrzích. (3 s. 5). Ve studii Metroprojektu týkající se střednědobého horizontu (8) byl navrhován částečně průjezdný model, kde městské linky by byly průjezdné přes žst. Praha hl. n., zatímco příměstské linky ze severovýchodního směru by stále končily na Masarykově nádraží. Oproti tomu nově navržený model v této diplomové práci počítá s přesunutím většiny linek do žst. Praha hl. n. V této studii se také počítalo se zřízením městské linky Vysočany – Libeň – Malešice – Krč – Radotín, se kterou v úseku Krč – Radotín koresponduje nově navržená linka S9. Dále je v této studii Metroprojektu počítáno s plánovaným pobytem vlaků v žst. Praha hl. n. 5 min, což bylo zachováno i v tomto modelu. V současné době je u průjezdných spojů minimální hodnota pobytu 3 min tzn., že je možné i v budoucnu tuto hodnotu snížit na 3 min, nebo ponechat 5 min s tím, že 2 min mohou být využity jako časová záloha (12 s. 66). Tento čas je také dostatečný pro spojení, či rozpojení EMJ ať už se jedná o plánovaný nebo mimořádný úkon.

Vedení linek vycházející z této diplomové práce taktéž koresponduje se směrovými poměry stavby Nového spojení. Vlaky jedoucí ze směru odb. Balabenka, tj. vlaky od Vysočan (S2 + S9) a Holešovic (S4), pokračují přímou linií směrem do Vršovic. Zároveň vlaky jedoucí ze směru od Libně (S1) pokračují přímým směrem na Smíchov. Tím pádem nedochází ke křížení jízdních cest na staničních zhlavích a ke snižování jejich propustnosti.

#### **3.2 Nové vedení linek**

Srovnání vedení původních a nových linek je uvedeno v tabulce 4. V první části tabulky je uvedeno původní vedení linek a dílčí linky získané po dekompozici systému. V druhé části je uvedeno nové vedení S-linek a jednotlivé dílčí linky, z nichž byly tyto linky



poskládány. Linka S20 je uvedena pouze v první části tabulky, protože vytvořením nového vedení tato linka zanikla. Porovnání jednotlivých stávajících a nových linek je uvedeno pro každou linku zvlášť v jednotlivých podkapitolách.

Tabulka 4 – Srovnání původního a nového vedení linek

Linka	Původní vedení linek		Nové vedení linek	
	Vedení linky	Dílčí linky	Vedení linky	Dílčí linky
S1	Masarykovo nádraží - Poříčany - Kolín	H1 V1	Kolín - Český Brod - Řevnice - Beroun	H1 H7
S2	Masarykovo nádraží - Nymburk - Kolín	H2	Kolín - Nymburk/Milovice - Strančice - Benešov	H2 V20 H9
S4	Masarykovo nádraží - Kralupy - Hněvice	H4 V4	Roudnice - Kralupy - Vršovice - Strančice	H4 V4 V9
S7	Úvaly - Praha hl. n. - Beroun	H7 V7 D7	Úvaly - Radotín - Řevnice	V1 D7 V7
S9	Horní Počernice - Praha hl. n. - Strančice - Benešov	H9 V9 D9	Horní Počernice - Vršovice - Radotín	D9 X
S20	Masarykovo nádraží - Milovice	V20	-	-

Zdroj: autor

### 3.2.1 S1 Kolín – Český Brod – Řevnice – Beroun

Nová linka S1 je vytvořena propojením původních linek S1 a S7 na tratích 011 a 171. Část původní linky S7 mezi stanicemi Praha hl. n. – Úvaly byla vyčleněna a tvoří část nové linky S7. Spojením linky S1 a S7 došlo k vytvoření poměrně dlouhé nové linky Kolín – Beroun bez přestupu v Praze. V období dopravní špičky mají spoje na této lince 30 min interval v celé délce trasy. V období dopravních sedel má linka 30 min interval zachován pouze z Českého Brodu do Řevnic, zatímco spoje z Kolína do Berouna jezdí po 60 min.

### 3.2.2 S2 Kolín – Nymburk/Milovice – Strančice – Benešov

Linka S2 vznikla spojením linek S2, S9 a S20 (tratě 221, 231 a 232). Vytvořením nové linky došlo k zániku linky S20.

Spoje jsou v době dopravní špičky vedeny v intervalu 30 min mezi stanicemi Benešov – Lysá. V Lysé dochází k větvení linek do dvou směrů: do Milovic a do Kolína, po nichž jsou spoje vedeny střídavě tzn., že jeden spoj jede z Lysé do Milovic, druhý do Kolína

(oba interval 60 min.). V souladu s původním modelem zůstala zachována možnost přestupu v Lysé ze spoje vedoucího do Kolína na spoj jedoucí z Lysé do Milovic. V období dopravních sedel dochází ke zvýšení intervalu v úseku Strančice-Benešov na 60 min.

### **3.2.3 S4 Roudnice nad Labem – Kralupy – Vršovice – Strančice**

Linka S4 vznikla spojením původní linky S4 s doplňkovou linkou D9 a je vedena na tratích 090, 091 a 221. Původní linka S4 Roudnice – Masarykovo nádraží je jako jediná hlavní linka na všech spojích vedena pouze jednou EMJ. Z tohoto důvodu se jako logické spojení ukázalo propojení této linky s jednou z vedlejších linek, které mají vždy pouze jednu EMJ. Na základě přiřazovacího problému řešeným metodou lineárního programování byla přiřazena vedlejší část linky S9 do Strančic. Jedná se o jedinou linku systému Esko, která přesahuje za hranice Středočeského kraje do kraje Ústeckého.

Přesunutím linky do žst. Praha hl. n. došlo k vynechání zastávky Praha-Holešovice zastávka a zároveň k novému místu zastavení v žst. Holešovice, kde je zajištěno přímé napojení na metro.

V době dopravní špičky jsou vedeny vlaky v úseku Kralupy – Strančice v intervalu 30 min, přičemž jeden spoj začíná jízdu v Kralupech a druhý již v Roudnici. V době dopravních sedel jsou veškeré spoje této linky ukončeny v žst Praha Vršovice.

### **3.2.4 S7 Úvaly – Radotín – Řevnice**

Nová linka S7 vznikla sloučením dílčích linek V1, V7 a D7. V původním modelu byly spoje jedoucí do Úval výchozí v Řevnicích, ale při cestě zpět končily až v Berouně. Oproti tomu nový model navrhuje jak výchozí tak konečnou stanici Radotín a Řevnice.

Tato linka je vedena pouze v období dopravních špiček v intervalu 30 min.

Nová linka S7 je trasována po části trasy nové linky S1 (tratě 011 a 171), takže ji lze považovat za vedlejší linku k lince S1.

### **3.2.5 S9 Horní Počernice – Vršovice – Radotín**

Přiřazovacím problémem řešeným metodou lineárního programování, došlo ke spojení části původní linky S9 (úsek Praha-Horní Počernice – Praha hl. n.: trať 231) s fiktivní linkou, která neměla žádné vedení a spoje. Linka je provozována pouze v období dopravní špičky v intervalu 30 min a je vedena z Horních Počernic do Vršovic (souběh s linkou S2) a nově dále do Krče (ze žst. Praha hl. n. shodně s linkami S8 a S80 vedenými motorovými jednotkami) a Radotína.

Fiktivní linka X je vedena po trati, která nebyla doposud do systému Esko zahrnuta. Konkrétně se jedná o úsek z Krče do Radotína, který je uveden pouze v sešitovém JŘ pro trať č. 521. Tato trať je určena pro nákladní dopravu a lze na ní provozovat i osobní dopravu, protože ji při výlukách využívají jako objízdnou trasu spoje původní linky S7. Spojením těchto stanic navíc dojde ke spojení dosud nepropojených městských částí. Problémem však může být snížení propustnosti zhlaví v žst. Praha hl. n. kvůli křížení směrů, avšak při intervalu 30 min se nejeví toto snížení jako zásadní.

Zprovoznění této linky by mohlo vést k vybudování zastávky Praha-Kačerov (dále jen Kačerov), jak je uvedeno ve střednědobém horizontu, a k případnému zdvojkolejnění tratě Krč – odb. Tunel. Se zdvojkolejněním tratě v úseku Vršovice – Krč je předpokládáno až v dlouhodobém horizontu. (8).

### **3.3 Síťový graf**

Nově vytvořené linky průjezdné přes žst. Praha hl. n. včetně odbočných a vratných stanic byly zobrazeny v síťovém grafu (příloha B). V tomto grafu jsou znázorněny plánované příjezdy/odjezdy vlaků pro období dopravní špičky, z nichž lze zjistit intervaly spojů.

Barevné provedení linek vychází ze současného značení. Spoje vyznačené plnou čarou jezdí jak v období dopravní špičky i sedla. Spoje vyznačené přerušovanou čarou jezdí na daném úseku pouze v období dopravní špičky a v období dopravního sedla jsou ukončeny v nácestných stanicích. Na základě síťového grafu byly spočítány nové intervaly spojů a určeno obsazení kolejí v žst Praha hl. n.

### **3.4 Intervaly původního a nového vedení linek Esko**

Intervaly jednotlivých spojů jak původních, tak i nově vytvořených linek byly stanoveny vzhledem k traťovému úseku vycházejícího z/do Prahy hl. n, respektive Masarykova nádraží v případě původního vedení linek (pro zjednodušení značeno dále jen Praha). Na těchto traťových úsecích je většinou vedeno více linek, které snižují interval spojů.

Jednotlivé intervaly pro dopravní špičku i sedlo jsou uvedeny v tabulce 5. Písmena *L* a *S* označují lichý, respektive sudý směr vlaků. V případě, že v daném úseku není pravidelný interval (tj. více než dva časy), je v tabulce uvedeno neprav.

Tabulka 5 – Srovnání intervalů původního a nového vedení linek

Směr	Původní vedení					Nové vedení			
	Linky	Díleční linky	Interval v období			Linky	Díleční linky	Interval v období	
			ranní špičky	odpolední špičky	sedla			špiček	sedla
Úvaly	S1 S7	H1 V1 D7	L: 10, 20 S: 14, 16	L: 10, 20 S: 14, 16	30	S1 S7	H1 V1 D7	15	30
Horní Počernice	S2 S9 S20	H2 V20 D9	L: 15, 15, 30 S: neprav.	L: 15, 30 S: neprav.	30	S2 S9	H2 V20 D9	10 20	30
Kralupy	S4	H4 V4	L: neprav. S: neprav.	L: 30 S: 30	60	S4	H4 V4	30	30
Řevnice	S7	H7 V7	L: 10, 15 S: 15	L: 15 S: 15	30	S1 S7	H7 V7	15	30
Strančice	S9	H9 V9	L: 10, 20 S: 12, 18	L: 10, 20 S: 12, 18	30	S2 S4	H9 V9	15	30
Praha hl. n. - Vršovice - Radotín	-	-	-	-	-	S9	X	30	-

Zdroj: autor

### 3.4.1 Traťový úsek Praha – Úvaly

V úseku Praha – Úvaly jsou jak v původním tak i novém vedení linek trasovány linky S1 a S7. V ranní i odpolední špičce byl interval 10 a 20 min pro lichý směr a 14 a 16 min pro směr sudý.

Po vytvoření nového vedení linek byl tento interval sjednocen pro oba směry na 15 min. Interval v období dopravních sedel zůstal beze změny na hodnotě 30 min. Spoje linky S1 i S7 mají interval v dopravní špičce 30 min, nicméně díky společnému trasování je interval snížen na 15 min.

### 3.4.2 Traťový úsek Praha – Horní Počernice

V tomto traťovém úseku jsou v původním modelu vedeny linky S2, S9 a S20. Oproti tomu, v novém modelu jsou v tomto úseku vedeny pouze linky S2 a S9, protože linka S20 zanikla.

V původním vedení linek zde byla intervalová doprava velmi komplikovaná. V období ranní dopravní špičky v lichém směru jezdili nejprve dva spoje po 15 min, poté následoval

jeden spoj po 30 min. V sudém směru byl tento interval nepravidelný. Obdobně složité intervaly byly i v období odpolední špičky, kdy v lichém směru byl střídavý interval 15 a 30 min, u sudého byl interval taktéž nepravidelný.

Nový model vedení linek navrhuje střídavý interval 10 a 20 min v období obou dopravních špiček. Tento střídavý interval je zde navržen kvůli zajištění přestupní vazby mezi linkami S1 a S7 v Radotíně. V období dopravních sedel jsou jak v původním, tak i novém vedení pravidelné intervaly 30 min v obou směrech.

### **3.4.3 Traťový úsek Praha – Kralupy**

Tento traťový úsek je jak v původním, tak nově navrhovaném modelu obsluhován pouze linkou S4.

V původním vedení linek zde byl v období ranní špičky nepravidelný interval v obou směrech a v období odpolední špičky pravidelný interval 30 min. V nově navrženém vedení linek dochází k ustálení pravidelného intervalu na 30 min v obou dopravních špičkách. V dopravním sedle byl původní interval 30 min, v nově navrženém vedení je tento interval snížen také na 30 min.

### **3.4.4 Traťový úsek Praha – Řevnice**

V původním vedení linek byla v tomto úseku vedena pouze linka S7. V novém modelu zde dochází k souběhu nové linky S7 a S1.

V původním vedení linek byl v ranní špičce v lichém směru střídavý interval 10 a 15 min, sudém směru pravidelný interval 15 min. V odpolední špičce byl pravidelný interval 15 min v obou směrech.

V novém modelu došlo k ustálení intervalu na 15 min. V době dopravních sedel je interval jak u původního tak i nově navrženého vedení 30 min.

Atraktivní ranní interval 10 min u původního modelu byl dosažen zařazením 4 vlaků složených z klasických souprav s elektrickou lokomotivou. Pokud by byly tyto linky zařazeny do nového modelu, byl by interval v ranní špičce snížen na 7,5 min.

### **3.4.5 Traťový úsek Praha – Strančice**

V tomto traťovém úseku je vedena původně pouze linka S9. Nově navržený model počítá se souběhem linek S2 a S4.

Spoje vedené v původním modelu měli v obou dopravních špičkách v lichém směru střídavý interval 10 a 20 min, zatímco v sudém směru 12 a 18 min.

V nově navrženém vedení linek mají spoje v obou směrech interval 15 min. Interval 30 min zůstal v době dopravních sedel nezměněn.

#### **3.4.6 Traťový úsek Praha – Vršovice – Radotín**

Vzhledem k tomu, že se jedná o nově vytvořený úsek z kombinace linek S9 a fiktivní linky X, nelze zde provést porovnání se původním stavem. Navrhovaný 30 min interval vychází z návaznosti ve stanici Radotín od spojů linky S7 jedoucích z Řevnic (přestupní doba 6 min), a na linku S1 do Berouna (přestupní doba 2 min).

### **3.5 Použitá vozidla**

V původním vedení linek Esko jsou na linky turnusovány EMJ řady 471 a 451/452. V diplomové práci se předpokládá, že bude docházet k postupné obnově vozového parku a proto budou EMJ řady 451/452 postupně nahrazovány EMJ řady 471 a v celém systému Esko tak budou použity homogenní dopravní prostředky. Nicméně pro současný stav vozového parku je nutné stále počítat s nasazením obou typů.

Vzhledem k tomu, že EMJ řady 471 byly turnusovány na původní linky S1, S2, S7 a S20, je s jejich nasazením počítáno i na nově vytvořené linky S1, S2 a S7. EMJ řady 451/452 by pak bylo možno použít na spoje jedoucí v úseku Kralupy – Strančice či pro linku S9. V traťovém úseku Praha – Řevnice (původní linka S7) byly v původním modelu turnusovány i vlaky složené z klasických souprav s elektrickou lokomotivou. V novém vedení linek by byly tyto soupravy nasazeny jen v případě, že by bylo potřeba dalšího snížení intervalu z 15 min na 7,5 min.

Teoreticky by měl vést tento model k úspoře EMJ, nicméně pro ověření by bylo nutné vytvořit oběhy jednotek podle JŘ pro tento model, což je svým rozsahem již nad rámec této diplomové práce.

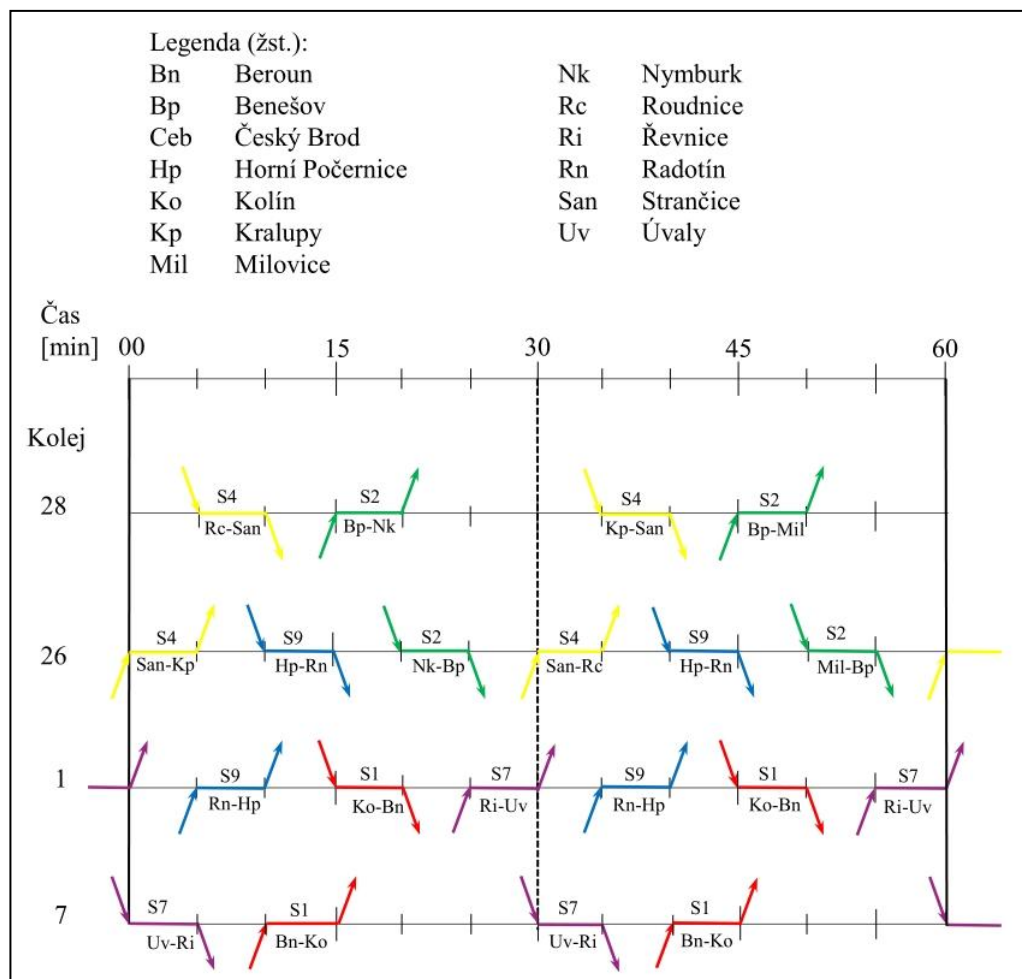
### **3.6 Obsazení kolejí ve stanici Praha hl. n.**

Z analýzy plánu obsazení dopravních kolejí v žst. Praha hl. n. pro GVD 2011/2012 (2) je zřejmé, že v této stanici nejsou primárně určeny dopravní koleje zvláště pro dálkovou a zvláště pro příměstskou, resp. městskou dopravu.

V žst. Praha hl. n. jsou dopravní koleje rozděleny návěstidlem na dva úseky, přičemž průjezdný model může v této stanici nabývat vůči obsazenosti těchto kolejí dvou rozměrů:

- nevyužití druhé části dopravní koleje, protože její obě části jsou potřebné pro vlak s pobytem 5 min,
- využití obou částí právě tehdy, pokud pojedou na dopravní koleji vlaky ze stejného směru; první vlak bude opožděn a druhý vlak může vjet do stanice k nástupišti s tím, že se na něj zpoždění předchozího vlaku nemusí vůbec přenést (tento případ nastává pouze při jízdě spojů linky S9 před linkou S2 a linky S7 před linkou S9).

Podle vypracovaného síťového grafu uvedeného v příloze B byl zpracován plán obsazení kolejí právě pro nově vytvořené linky, který je zobrazen na obrázku 18.



Obrázek 18 – Plán obsazení kolejí nových linek Esko v žst. Praha hl. n.

Zdroj: autor

Plán obsazení kolejí nových linek na obrázku 18 znázorňuje konkrétní modelovou situaci, kde jsou pro linky S1, S7 a S9 přiřazeny koleje číslo 1 a 7 u II. a III. nástupišť, pro linky S2, S4 a S9 koleje číslo 26 a 28 u VI. nástupišť. Na obrázku 18 je dále patrné, že lze jak na kolej číslo 7 tak i na kolej číslo 28 vložit další 2 spoje v 30 min intervalu.

V období dopravní špičky budou v žst. Praha hl. n. obsazeny všemi nově vytvořenými linkami Esko pouze 4 staniční koleje. Linky vedoucí ve směru Vršovice – odb. Balabanka (S2, S4 a S9) je potřeba směřovat na staniční koleje číslo 14, 20, 22, 24, 26, 28, 30 a 32 k nástupištím číslo IV – VII, aby nedocházelo ke křížení směrů s linkami druhého směru a tím ke snižování propustnosti staničního zhlaví. Linky ve směru Smíchov – Libeň (S1, S7 a S9) je nutné směřovat pouze na koleje číslo 1, 2, 7, 8, 9, 14 a 20 tj. k nástupištím číslo I – IV, protože z/na jiné průjezdné koleje s nástupišti není možné z/do žst. Smíchov uskutečnit jízdní cestu. Při jízdě od Libně na 4. nástupiště však již dochází k částečnému křížení směrů. Z tohoto důvodu jsou spoje v tomto směru Smíchov – Libeň obvykle umístovány na nástupiště číslo I – III.

Spoje linky S9 vedené ve směru Radotín – Horní Počernice jsou vedeny v plánu obsazení kolejí po 1. staniční koleji. Tímto přejížděním ze směru Vršovice – odb. Balabanka vzniknou pro směr Smíchov – Libeň na obou staničních zhlavích kolizní body. Tato linka tedy obsazuje ve směru od Radotína kolej určenou pro směr Smíchov – Libeň a ze směru Horní Počernice kolej určenou primárně pro směr odb. Balabanka – Vršovice. Při intervalu 30 min se ale nejeví snížení propustnosti pro navrhovaný model jako zásadní. (12 s. 42).

### **3.7 Kritické zhodnocení modelu**

Vzhledem k rozsáhlosti systému Esko v PID je v diplomové práci pracováno pouze s linkami Esko obsluhovanými EMJ, které vedou přes žst. Praha hl. n. nebo Masarykovo nádraží. Přestože se výsledky vztahují k současné infrastruktuře, současnému vozovému parku a data použitá pro výpočet vychází z reálného JŘ a jízdních dob, jedná se spíše o teoretický model. K převedení tohoto modelu do praxe by bylo nutné zakomponovat do výpočtu vztah těchto linek k dálkové dopravě, k dalším linkám systému Esko a k propustnosti dopravní infrastruktury.

Tento model nového vedení linek Esko by mohl vést k úspoře počtu nasazovaných EMJ. Pro praktické ověření by však bylo nutné vytvořit oběhy EMJ podle JŘ vytvořeného speciálně pro tento model, což je svým rozsahem již nad rámec této diplomové práce. Dále by bylo nutné zohlednit umístění technického zázemí pro údržbu EMJ na ONJ, odkud jsou naváženy vlakové soupravy jako Sv do žst. Praha hl. n., která je pro první spoje výchozí žst. (projížděly by až spoje vypravené z vratných žst.). Návoz Sv pro spoje linek Esko lze uskutečňovat dvěma způsoby a to příjezdem do žst. Praha hl. n. na staniční kolej a provést úvrať, což v době před započítáním ranní špičky nemá vliv na ostatní spoje, nebo zajistit jízdy



Sv trasou přes Malešice a přijet na pravidelnou staniční kolej s dodržáním pobytu 5 min jako u projíždějícího vlaku (platí pro spoje ve směru Smíchov a Vršovice). Část EMJ zůstává v období dopravních sedel odstavena ve vratných stanicích, kde jsou spojovány na objednanou kapacitu, což způsobuje komplikace při nutné údržbě a může to vést i k tomu, že kapacita soupravy nebude odpovídat reálné potřebě.

## ZÁVĚR

Dopravní systém Esko je v rámci PID v současné době tvořen 14 linkami, přičemž některé končí v železničních stanicích v centru Prahy, některé těmito stanicemi projíždějí a některé vůbec do těchto stanic nezasahují. Linky systému Esko jsou tvořeny osobními vlaky a převážná většina z nich je vedena elektrickými motorovými jednotkami. Z tohoto důvodu jsou v diplomové práci zahrnuty pouze linky obsluhované elektrickými motorovými jednotkami, které vedou přes žst. Praha hl. n. nebo Masarykovo nádraží.

Cílem diplomové práce je vytvoření takového průjezdného modelu přes žst. Praha hl. n., který by vedl k přesunu linek Esko z Masarykova nádraží do žst. Praha hl. n. pomocí přiřazovacího problému řešeného lineárním programováním.

Vstupní data vychází z grafikonu vlakové dopravy 2011/2012, což je doba, kdy bylo zahájeno řešení diplomové práce. V prvním kroku byly zjišťovány vstupní podmínky pro výpočet, tj. byla provedena analýza jednotlivých linek. U každé linky byly zjišťovány jejich základní charakteristiky: trasa vedení linek, významné železniční stanice, kde dochází k napojení na ostatní linky a typ a počet EMJ. Linky byly rozděleny do severovýchodního a jihozápadního směru, byla provedena jejich dekompozice na dílčí linky hlavní, vedlejší a doplňkové. Na základě dekompozice systému byl vybrán konkrétní traťový úsek, kde byl spočítán interval jednotlivých spojů. Vzhledem k podmínce, že u obou směrů je potřeba pracovat se shodným počtem linek v obou skupinách, byla provedena opětovná kompozice několika dílčích linek a zavedena fiktivní linka X. Na základě příjezdů/odjezdů vlaků, byly k sobě přiřazeny mezi jednotlivými spoji, vyhodnocen počet EMJ a spočítán počet nesouladů, na jejichž základě bylo modulem Řešitel nalezeno optimální vzájemné přiřazení dílčích linek.

Posledním krokem diplomové práce bylo převedení matematického modelu do reálné situace. Nové linky systému Esko byly nově označeny a zakresleny do síťového grafu jak pro dopravní špičku, tak i pro dopravní sedlo. Na základě reálných jízdních dob zjištěných z JŘ byly do síťového grafu zakresleny příjezdy a odjezdy vlaků ve významných žst. pro dopravní špičku. Na základě síťového grafu bylo porovnáno vedení původních a nových linek Esko a původních a nových intervalů spojů na traťovém úseku. Dále byl vytvořen plán obsazení kolejí v žst. Praha hl. n. v době dopravní špičky.

Výsledky diplomové práce ukázaly, že navrhované propojení linek Esko vede k přesunu linek na žst. Praha hl. n. a tím i k opuštění Masarykova nádraží, což bylo i cílem diplomové práce. Zavedení průjezdných linek zároveň přispělo ke stabilizaci původně

nepravidelných intervalů spojů. Navrhované řešení odpovídá stávajícím směrům průjezdných spojů (Beroun – Úvaly a Benešov – Horní Počernice) a zároveň odpovídá směrovému uspořádání stavby Nové spojení. Díky tomu bylo možné umístit veškeré linky Esko pouze na 4 dopravní koleje v žst. Praha hl. n., i po zvýšení doby pobytu ze současných 3 na 5 min. Zároveň ještě existuje možnost vložit na tyto koleje další spoje. V diplomové práci bylo navrženo nové vedení linky přes Vršovice a Krč a dále po trati využívané vlaky nákladní dopravy až do Radotína. Propojením těchto stanic navíc dojde ke spojení dosud nepropojených městských částí na obou stranách Vltavy. V Radotíně existuje návaznost spojů na linky S1 a S7. Zprovoznění této linky by mohlo vést k uspořádání vybudování zastávky Praha-Kačerov, které je plánováno ve střednědobém horizontu. Tato zastávka by byla jednou z klíčových pro PID, protože je zde návaznost na metro linky C a mnoho autobusových spojů jak MHD, tak i autobusových příměstských linek.

Výsledky diplomové práce se však nachází pouze v teoretické rovině. Vzhledem k rozsáhlosti systému nebylo možné zohlednit dálkovou dopravu a ostatní linky systému Esko, takže nebyl do modelu zahrnout reálný vliv propustnosti. Jelikož ale práce vychází z konkrétních jízdních dob a respektuje stávající směrové poměry v žst. Praha hl. n., tak lze předpokládat, že vliv navrhovaných změn na propustnost bude minimální.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Interní materiály ČD.
- [2] Interní materiály SŽDC.
- [3] JIRSÁK, Zbyněk, et al. *Přestavba železničního uzlu Praha : Sborník příspěvků ze symposia*. Praha : Česká vědeckotechnická společnost dopravy a spojů, 1971. 87 s.
- [4] WOHLMUTH, Jiří. *Stavební správa Praha - 50 let*. 1. vyd. Praha: Saxi, 2012. ISBN 859-55-7650-080-8.
- [5] HAAS, Václav. *20 let železnice v Pražské integrované dopravě*. Praha: SAXI, 2012, 190 s. ISBN 978-80-904-7678-3.
- [6] Koncept 09. *Územní plán Hlavního města Prahy: Závazná část*. Praha: Hlavní město Praha, 2009 [cit. 2012-12-17] Dostupné z: [http://www.uppraha.cz/uploads/assets/textova-cast/zavazna\\_cast.pdf](http://www.uppraha.cz/uploads/assets/textova-cast/zavazna_cast.pdf)
- [7] ROH, Michal. Pražský železniční uzel. *ČD Cargo : Bulletin nákladní přepravy Českých drah*. 21. března 2005, 6, 1, s. 16-18 [cit. 2012-09-11]. Dostupný také z WWW: <[http://www.cdcargo.cz/files/bulletin/2005\\_1/bull\\_11\\_cargo9\\_0305.pdf](http://www.cdcargo.cz/files/bulletin/2005_1/bull_11_cargo9_0305.pdf)>. ISSN MKČRE100010.
- [8] Interní materiály ROPID.
- [9] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [10] DEMEL, Jiří. *Grafy a jejich aplikace*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 257 s. ISBN 80-200-0990-6.
- [11] PERNIČKA, Jaromír, a kol. *Atlas vozidel: Elektrické vozy a jednotky ČD a ZSSK*. 1. vyd. Zlín: M-Press s. r. o., 2003.
- [12] MOLKOVÁ, Tatiana. *Kapacita železničních tratí*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010, 149 s. ISBN 978-80-7395-317-1.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A: Porovnání nesouladů jednotlivých spojů spojovaných linek

Příloha B: Síťový graf navrženého vedení linek

# PŘÍLOHY

Příloha A: Porovnání nesouladu jednotlivých spojů spojovaných linek

Tabulka 1 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H1 – H7

Směr H1 - H7						Směr H7 - H1							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H1		H7		H1	H7		H7		H1		H7	H1	
-		8802	4:12	0	1	1	8801	4:46	9305	4:49	1	1	0
9300	4:53	8804	4:42	1	1	0	8803	5:16	9307	5:19	1	1	0
9302	5:23	8806	5:12	1	1	0	8805	5:46	9309	5:49	1	1	0
9304	5:53	8808	5:42	1	1	0	8807	6:16	9311	6:19	2	1	1
9306	6:23	8810	6:12	2	1	1	8809	6:46	9313	6:49	2	1	1
9308	6:53	8812	6:42	2	2	0	8811	7:16	9315	7:19	2	1	1
9310	7:23	8814	7:12	2	2	0	8813	7:46	-		2	0	2
9312	7:53	8816	7:42	2	1	1	8815	8:16	9317	8:19	2	1	1
9314	8:23	8818	8:12	2	1	1	8817	8:46	-		2	0	2
9316	8:53	8820	8:42	2	1	1	8819	9:16	9319	9:19	2	1	1
9318	9:23	8822	9:12	1	1	0	8821	9:46	-		1	0	1
9320	9:53	8824	9:42	1	1	0	8823	10:16	9321	10:19	1	1	0
-		8826	10:12	0	1	1	8825	10:46	-		1	0	1
9322	10:53	8828	11:12	1	1	0	8827	11:16	9323	11:19	1	1	0
9324	11:53	8830	12:12	1	1	0	8829	11:46	9325	12:19	1	2	1
9326	12:53	8832	12:42	1	2	1	8831	12:46	9327	13:19	1	2	1
-		8834	13:12	0	2	2	8833	13:46	9329	13:49	1	2	1
9328	13:53	8836	13:42	1	2	1	8835	14:16	9331	14:19	1	2	1
-		8838	14:12	0	2	2	8837	14:46	9333	14:49	2	2	0
9330	14:53	8840	14:42	2	2	0	8839	15:16	9335	15:19	2	2	0
-		8842	15:12	0	2	2	8841	15:46	9337	15:49	2	2	0
9332	15:53	8844	15:42	2	2	0	8843	16:16	9339	16:19	2	2	0
9334	16:23	8846	16:12	2	2	0	8845	16:46	9341	16:49	2	2	0
9336	16:53	8848	16:42	2	2	0	8847	17:16	9343	17:19	2	2	0
9338	17:23	8850	17:12	2	2	0	8849	17:46	9345	17:49	2	2	0
9340	17:53	8852	17:42	2	2	0	8851	18:16	9347	18:19	2	2	0
9342	18:23	8854	18:12	2	2	0	8853	18:46	9349	18:49	1	2	1
9344	18:53	8856	18:42	2	2	0	8855	19:16	9351	19:19	1	2	1
9346	19:23	8858	19:12	1	1	0	8857	19:46	-		1	0	1
9348	19:53	-		1	0	1	8859	20:16	9353	20:19	1	1	0
9350	20:23	8860	20:12	1	1	0	8861	20:46	9355	21:19	1	1	0
9352	20:53	8862	21:12	1	1	0	8863	21:46	9357	22:19	1	1	0
9354	21:53	8864	22:12	1	1	0	8865	22:46	9359	22:49	1	1	0
9356	22:53	8866	23:12	1	1	0	8867	23:46	9361	23:19	1	1	0
9358	23:51	-		1	0	1	Součet nesouladů:					18	
Součet nesouladů:						16							

Zdroj: autor

Tabulka 2 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H1 – H9

Směr H1 - H9						Směr H9 - H1							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H1		H9		H1	H9		H9		H1		H9	H1	
-		2503	4:20	0	1	1	2500	4:56	9305	4:49	1	1	0
9300	4:53	2505	4:50	1	1	0	-		9307	5:19	0	1	1
9302	5:23	2507	5:20	1	1	0	2502	5:36	9309	5:49	1	1	0
9304	5:53	2509	5:50	1	1	0	2504	6:06	9311	6:19	1	1	0
9306	6:23	2511	6:20	2	1	1	2506	6:36	9313	6:49	2	1	1
9308	6:53	2513	6:50	2	1	1	2508	7:06	9315	7:19	2	1	1
9310	7:23	2515	7:20	2	1	1	2510	7:36	-		2	0	2
9312	7:53	2517	7:50	2	1	1	2512	8:06	9317	8:19	2	1	1
9314	8:23	2519	8:20	2	1	1	2514	8:36	-		2	0	2
9316	8:53	-		2	0	2	2516	9:06	9319	9:19	1	1	0
9318	9:23	2521	9:20	1	1	0	2518	9:36	-		1	0	1
9320	9:53	2523	10:20	1	1	0	2520	10:06	9321	10:19	1	1	0
9322	10:53	2525	11:20	1	1	0	2522	11:06	9323	11:19	1	1	0
9324	11:53	2527	12:20	1	1	0	2524	12:06	9325	12:19	1	2	1
9326	12:53	2529	12:50	1	1	0	2526	13:06	9327	13:19	1	2	1
-		2531	13:20	0	1	1	-		9329	13:49	0	2	2
9328	13:53	2533	13:50	1	1	0	2528	14:06	9331	14:19	1	2	1
-		2535	14:20	0	2	2	2530	14:36	9333	14:49	1	2	1
9330	14:53	2537	14:50	2	2	0	2532	15:06	9335	15:19	1	2	1
-		2539	15:20	0	2	2	2534	15:36	9337	15:49	1	2	1
9332	15:53	2541	15:50	2	2	0	2536	16:06	9339	16:19	1	2	1
9334	16:23	2543	16:20	2	2	0	2538	16:36	9341	16:49	2	2	0
9336	16:53	2545	16:50	2	2	0	2540	17:06	9343	17:19	2	2	0
9338	17:23	2547	17:20	2	2	0	2542	17:36	9345	17:49	2	2	0
9340	17:53	2549	17:50	2	2	0	2544	18:06	9347	18:19	2	2	0
9342	18:23	2551	18:20	2	2	0	2546	18:36	9349	18:49	2	2	0
9344	18:53	2553	18:50	2	2	0	2548	19:06	9351	19:19	2	2	0
9346	19:23	2555	19:20	1	2	1	2550	19:36	-		1	0	1
9348	19:53	-		1	0	1	2552	20:06	9353	20:19	2	1	1
9350	20:23	2557	20:20	1	1	0	2554	21:06	9355	21:19	1	1	0
9352	20:53	2559	21:20	1	1	0	2556	22:06	9357	22:19	1	1	0
9354	21:53	2561	22:20	1	1	0	-		9359	22:49	0	1	1
9356	22:53	2563	23:20	1	1	0	2558	23:06	9361	23:19	1	1	0
9358	23:51	-		1	0	1	Součet nesouladů:					21	
Součet nesouladů:						16							

Zdroj: autor



Tabulka 3 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H1 – V7

Směr H1 - V7						Směr V7 - H1							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H1		V7		H1	V7		V7		H1		V7	H1	
9300	4:53	-		1	0	1	-	9305	4:49	0	1	1	
9302	5:23	9900	5:27	1	1	0	-	9307	5:19	0	1	1	
9304	5:53	9902	5:57	1	1	0	9901	6:01	9309	5:49	1	1	0
9306	6:23	9904	6:27	2	1	1	9903	6:26	9311	6:19	1	1	0
9308	6:53	9906	6:57	2	1	1	9905	6:36	-		1	0	1
9310	7:23	9908	7:27	2	1	1	9907	6:56	9313	6:49	1	1	0
9312	7:53	9910	7:57	2	1	1	9909	7:06	-		1	0	1
9314	8:23	9912	8:27	2	1	1	9911	7:26	9315	7:19	1	1	0
9316	8:53	-		2	0	2	9913	7:36	-		1	0	1
9318	9:23	-		1	0	1	9915	7:56	-		1	0	1
9320	9:53	-		1	0	1	9917	8:06	-		1	0	1
9322	10:53	9916	10:42	1	1	0	9919	8:26	9317	8:19	1	1	0
9324	11:53	9918	11:42	1	1	0	9921	8:36	-		1	0	1
9326	12:53	9920	12:57	1	1	0	9923	9:01	9319	9:19	1	1	0
-	-	9922	13:27	0	1	1	9925	9:31	-		1	0	1
9328	13:53	9924	13:57	1	1	0	-	9321	10:19	0	1	1	
-	-	9926	14:27	0	1	1	-	9323	11:19	0	1	1	
9330	14:53	9928	14:57	2	1	1	9927	12:16	9325	12:19	1	2	1
-	-	9930	15:27	0	1	1	9929	13:16	9327	13:19	1	2	1
9332	15:53	9932	15:57	2	1	1	9931	14:01	9329	13:49	1	2	1
9334	16:23	9934	16:27	2	1	1	9933	14:31	9331	14:19	1	2	1
9336	16:53	9936	16:57	2	1	1	9935	15:01	9333	14:49	1	2	1
9338	17:23	9938	17:27	2	1	1	9937	15:31	9335	15:19	1	2	1
9340	17:53	9940	17:57	2	1	1	9939	16:01	9337	15:49	1	2	1
9342	18:23	9942	18:27	2	1	1	9941	16:31	9339	16:19	1	2	1
9344	18:53	9944	18:57	2	1	1	9943	17:01	9341	16:49	1	2	1
9346	19:23	9946	19:27	1	1	0	9945	17:31	9343	17:19	1	2	1
9348	19:53	9948	19:42	1	1	0	9947	18:01	9345	17:49	1	2	1
9350	20:23	-		1	0	1	9949	18:31	9347	18:19	1	2	1
9352	20:53	9950	20:42	1	1	0	9951	19:01	9349	18:49	1	2	1
9354	21:53	9952	21:42	1	1	0	9953	19:31	9351	19:19	1	2	1
9356	22:53	9954	22:42	1	1	0	9955	20:01	9353	20:19	1	1	0
9358	23:51	9956	23:42	1	1	0	9957	21:16	9355	21:19	1	1	0
Součet nesouladů:						22	9959	22:16	9357	22:19	1	1	0
							-	9359	22:49	0	1	1	
							9961	23:16	9361	23:19	1	1	0
							Součet nesouladů:						26

Zdroj: autor

Tabulka 4 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H1 – V9

Směr H1 - V9							Směr V9 - H1						
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H1		V9		H1	V9		V9		H1		V9	H1	
9300	4:53	9101	5:00	1	1	0	-	9305	4:49	0	1	1	
9302	5:23	9103	5:30	1	1	0	-	9307	5:19	0	1	1	
9304	5:53	9105	6:00	1	1	0	-	9309	5:49	0	1	1	
9306	6:23	9107	6:30	2	1	1	9100	6:24	9311	6:19	1	1	0
9308	6:53	9109	7:00	2	1	1	9102	6:54	9313	6:49	1	1	0
9310	7:23	9111	7:30	2	1	1	9104	7:24	9315	7:19	1	1	0
9312	7:53	9113	8:00	2	1	1	9106	7:54	-	-	1	0	1
9314	8:23	-	-	2	0	2	9108	8:24	9317	8:19	1	1	0
9316	8:53	9115	8:50	2	1	1	9110	8:54	-	-	1	0	1
9318	9:23	-	-	1	0	1	9112	9:24	9319	9:19	1	1	0
9320	9:53	9117	9:50	1	1	0	9114	10:36	9321	10:19	1	1	0
9322	10:53	9119	10:50	1	1	0	9116	11:36	9323	11:19	1	1	0
9324	11:53	9121	11:50	1	1	0	9118	12:36	9325	12:19	1	2	1
9326	12:53	-	-	1	0	1	9120	13:36	9327	13:19	1	2	1
9328	13:53	-	-	1	0	1	-	-	9329	13:49	0	2	2
-	-	9127	14:30	0	1	1	-	-	9331	14:19	0	2	2
9330	14:53	9129	15:00	2	1	1	-	-	9333	14:49	0	2	2
-	-	9131	15:30	0	1	1	-	-	9335	15:19	0	2	2
9332	15:53	9133	16:00	2	1	1	9126	15:54	9337	15:49	1	2	1
9334	16:23	9135	16:30	2	1	1	9128	16:24	9339	16:19	1	2	1
9336	16:53	9137	17:00	2	1	1	9130	16:54	9341	16:49	1	2	1
9338	17:23	9139	17:30	2	1	1	9132	17:24	9343	17:19	1	2	1
9340	17:53	9141	18:00	2	1	1	9134	17:54	9345	17:49	1	2	1
9342	18:23	9143	18:30	2	1	1	9136	18:24	9347	18:19	1	2	1
9344	18:53	9145	19:00	2	1	1	9138	18:54	9349	18:49	1	2	1
9346	19:23	-	-	1	0	1	9140	19:24	9351	19:19	1	2	1
9348	19:53	9149	19:50	1	1	0	9142	19:54	9353	20:19	1	1	0
9350	20:23	-	-	1	0	1	9144	20:36	-	-	1	0	1
9352	20:53	9151	20:50	1	1	0	9146	21:36	9355	21:19	1	1	0
9354	21:53	9153	21:50	1	1	0	-	-	9357	22:19	0	1	1
9356	22:53	9155	22:50	1	1	0	9148	22:36	9359	22:49	1	1	0
9358	23:51	-	-	1	0	1	9150	23:36	9361	23:19	1	1	0
Součet nesouladů:						23	Součet nesouladů:						25

Zdroj: autor

Tabulka 5 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H1 – X

Směr H1 - X					Směr X - H1						
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
H1	X		H1	X		X	H1	X	H1		
9300	4:53	-	1	0	1	-	9305	4:49	0	1	1
9302	5:23	-	1	0	1	-	9307	5:19	0	1	1
9304	5:53	-	1	0	1	-	9309	5:49	0	1	1
9306	6:23	-	2	0	2	-	9311	6:19	0	1	1
9308	6:53	-	2	0	2	-	9313	6:49	0	1	1
9310	7:23	-	2	0	2	-	9315	7:19	0	1	1
9312	7:53	-	2	0	2	-	9317	8:19	0	1	1
9314	8:23	-	2	0	2	-	9319	9:19	0	1	1
9316	8:53	-	2	0	2	-	9321	10:19	0	1	1
9318	9:23	-	1	0	1	-	9323	11:19	0	1	1
9320	9:53	-	1	0	1	-	9325	12:19	0	2	2
9322	10:53	-	1	0	1	-	9327	13:19	0	2	2
9324	11:53	-	1	0	1	-	9329	13:49	0	2	2
9326	12:53	-	1	0	1	-	9331	14:19	0	2	2
9328	13:53	-	1	0	1	-	9333	14:49	0	2	2
9330	14:53	-	2	0	2	-	9335	15:19	0	2	2
9332	15:53	-	2	0	2	-	9337	15:49	0	2	2
9334	16:23	-	2	0	2	-	9339	16:19	0	2	2
9336	16:53	-	2	0	2	-	9341	16:49	0	2	2
9338	17:23	-	2	0	2	-	9343	17:19	0	2	2
9340	17:53	-	2	0	2	-	9345	17:49	0	2	2
9342	18:23	-	2	0	2	-	9347	18:19	0	2	2
9344	18:53	-	2	0	2	-	9349	18:49	0	2	2
9346	19:23	-	1	0	1	-	9351	19:19	0	2	2
9348	19:53	-	1	0	1	-	9353	20:19	0	1	1
9350	20:23	-	1	0	1	-	9355	21:19	0	1	1
9352	20:53	-	1	0	1	-	9357	22:19	0	1	1
9354	21:53	-	1	0	1	-	9359	22:49	0	1	1
9356	22:53	-	1	0	1	-	9361	23:19	0	1	1
9358	23:51	-	1	0	1	Součet nesouladů:					43
Součet nesouladů:					44						

Zdroj: autor

Tabulka 6 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H2+V20 – H7

Směr H2+V20 - H7						Směr H7 – H2+V20							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
H2+V20	H7		H2	H7		H7		H2+V20		H7		H2	
-	8802	4:12	0	1	1	8801	4:46	5803	4:54	1	1	0	
5850	4:54	8804	4:42	1	1	0	8803	5:16	5805	5:24	1	1	0
-	8806	5:12	0	1	1	1	8805	5:46	5807	5:54	1	1	0
5852	5:32	8808	5:42	1	1	0	8807	6:16	5809	6:24	2	1	1
5854	6:02	8810	6:12	1	1	0	8809	6:46	5811	6:54	2	1	1
2511	6:19	-		1	0	1	8811	7:16	9401	7:24	2	1	1
9400	6:32	8812	6:42	2	2	0	8813	7:46	5813	7:54	2	1	1
5804	7:02	8814	7:12	2	2	0	8815	8:16	9403	8:24	2	1	1
2515	7:19	-		1	0	1	8817	8:46	5815	8:54	2	1	1
9402	7:32	8816	7:42	2	1	1	8819	9:16	9405	9:24	2	1	1
5808	8:02	8818	8:12	2	1	1	8821	9:46	5819	9:54	1	1	0
2519	8:19	-		1	0	1	8823	10:16	9407	10:24	1	1	0
9404	8:32	8820	8:42	2	1	1	8825	10:46	5821	10:54	1	1	0
5810	9:02	8822	9:12	2	1	1	8827	11:16	9409	11:24	1	1	0
9406	9:32	8824	9:42	1	1	0	8829	11:46	5823	11:54	1	1	0
5812	10:02	8826	10:12	1	1	0	-	9411	12:24	0	1	1	
9408	10:32	-		1	0	1	8831	12:46	5825	12:54	1	1	0
5816	11:02	8828	11:12	1	1	0	-	9413	13:24	0	1	1	
9410	11:32	-		1	0	1	8833	13:46	5829	13:54	1	2	1
5818	12:02	8830	12:12	1	1	0	8835	14:16	9415	14:24	1	2	1
9412	12:32	8832	12:42	1	2	1	8837	14:46	5831	14:54	2	2	0
5820	13:02	8834	13:12	1	2	1	8839	15:16	9417	15:24	2	2	0
9414	13:32	8836	13:42	1	2	1	8841	15:46	5833	15:54	2	2	0
5822	14:02	8838	14:12	1	2	1	8843	16:16	9419	16:24	2	2	0
9416	14:32	8840	14:42	1	2	1	8845	16:46	5835	16:54	2	2	0
5826	15:02	8842	15:12	1	2	1	8847	17:16	9421	17:24	2	2	0
9418	15:32	8844	15:42	1	2	1	8849	17:46	5837	17:54	2	2	0
5828	16:02	8846	16:12	1	2	1	8851	18:16	9423	18:24	2	2	0
9420	16:32	8848	16:42	2	2	0	8853	18:46	5839	18:54	1	2	1
5832	17:02	8850	17:12	2	2	0	8855	19:16	9425	19:24	1	2	1
9422	17:32	8852	17:42	2	2	0	8857	19:46	5855	19:54	1	1	0
5834	18:02	8854	18:12	2	2	0	8859	20:16	9427	20:24	1	1	0
9424	18:32	8856	18:42	2	2	0	8861	20:46	5843	20:54	1	1	0
5836	19:02	8858	19:12	2	1	1	-	9429	21:24	0	1	1	
9426	19:32	-		1	0	1	8863	21:46	5857	21:54	1	1	0
5838	20:02	8860	20:12	1	1	0	8865	22:46	5859	22:24	1	1	0
9428	20:32	-		1	0	1	8867	23:46	5861	23:24	1	1	0
5840	21:02	8862	21:12	1	1	0	Součet nesouladů:				14		

Směr H2+V20 - H7						Směr H7 – H2+V20						
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		H7		H2	H7		H7	H2+V20		H7	H2	
9430	21:32	-		1	0	1						
5842	22:02	8864	22:12	1	1	0						
9432	22:32	-		1	0	1						
5844	23:02	8866	23:12	1	1	0						
Součet nesouladů:						24						

Zdroj: autor

Tabulka 7 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H2+V20 – H9

Směr H2+V20 - H9						Směr H9 - H2+V20							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		H9		H2	H9		H9		H2+V20		H9	H2	
-		2503	4:20	0	1	1	2500	4:56	5803	4:54	1	1	0
5850	4:54	2505	4:50	1	1	0	2502	5:36	5805	5:24	1	1	0
5852	5:32	2507	5:20	1	1	0	2504	6:06	5807	5:54	1	1	0
5854	6:02	2509	5:50	1	1	0	2506	6:36	5809	6:24	2	1	1
2511	6:19	2511	6:20	1	1	0	2508	7:06	5811	6:54	2	1	1
9400	6:32	-		2	0	2	2510	7:36	9401	7:24	2	1	1
5804	7:02	2513	6:50	2	1	1	2512	8:06	5813	7:54	2	1	1
2515	7:19	2515	7:20	1	1	0	2514	8:36	9403	8:24	2	1	1
9402	7:32	2517	7:50	2	1	1	2516	9:06	5815	8:54	1	1	0
5808	8:02	-		2	0	2	2518	9:36	9405	9:24	1	1	0
2519	8:19	2519	8:20	1	1	0	2520	10:06	5819	9:54	1	1	0
9404	8:32	-		2	0	2	-		9407	10:24	0	1	1
5810	9:02	2521	9:20	2	1	1	2522	11:06	5821	10:54	1	1	0
9406	9:32	-		1	0	1	-		9409	11:24	0	1	1
5812	10:02	2523	10:20	1	1	0	2524	12:06	5823	11:54	1	1	0
9408	10:32	-		1	0	1	-		9411	12:24	0	1	1
5816	11:02	-		1	1	0	2526	13:06	5825	12:54	1	1	0
9410	11:32	2525	11:20	1	1	0	-		9413	13:24	0	1	1
5818	12:02	-		1	1	0	2528	14:06	5829	13:54	1	2	1
9412	12:32	2527	12:20	1	0	1	2530	14:36	9415	14:24	1	2	1
5820	13:02	2529	12:50	1	1	0	2532	15:06	5831	14:54	1	2	1
9414	13:32	2531	13:20	1	1	0	2534	15:36	9417	15:24	1	2	1
5822	14:02	2533	13:50	1	1	0	2536	16:06	5833	15:54	2	2	0
9416	14:32	2535	14:20	1	2	1	2538	16:36	9419	16:24	2	2	0
5826	15:02	2537	14:50	1	2	1	2540	17:06	5835	16:54	2	2	0
9418	15:32	2539	15:20	1	2	1	2542	17:36	9421	17:24	2	2	0
5828	16:02	2541	15:50	1	2	1	2544	18:06	5837	17:54	2	2	0
9420	16:32	2543	16:20	2	2	0	2546	18:36	9423	18:24	2	2	0
5832	17:02	2545	16:50	2	2	0	2548	19:06	5839	18:54	1	2	1
9422	17:32	2547	17:20	2	2	0	2550	19:36	9425	19:24	2	2	0
5834	18:02	2549	17:50	2	2	0	2552	20:06	5855	19:54	1	1	0
9424	18:32	2551	18:20	2	2	0	-		9427	20:24	0	1	1
5836	19:02	2553	18:50	2	2	0	2554	21:06	5843	20:54	1	1	0
9426	19:32	2555	19:20	1	2	1	-		9429	21:24	0	1	1
5838	20:02	-		1	0	1	2556	22:06	5857	21:54	1	1	0
9428	20:32	2557	20:20	1	1	0	-		5859	22:24	0	1	1
5840	21:02	-		1	0	1	2558	23:06	5861	23:24	1	1	0
9430	21:32	2559	21:20	1	1	0	Součet nesouladů:					17	

Směr H2+V20 - H9						Směr H9 - H2+V20						
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		H9		H2	H9		H9	H2+V20		H9	H2	
5842	22:02	-		1	0	1						
9432	22:32	2561	22:20	1	1	0						
5844	23:02	2563	23:20	1	1	0						
Součet nesouladů:						34						

Zdroj: autor

Tabulka 8 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H2+V20 – V7

Směr H2+V20 - V7						Směr V7 - H2+V20							
Spoje linek				Počet EMJ	Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ	Počet nesouladů		
H2+V20		V7				H2		V7				H2	
5850	4:54	-		1	0	1	-	5803	4:54	0	1	1	
5852	5:32	9900	5:27	1	1	0	-	5805	5:24	0	1	1	
5854	6:02	9902	5:57	1	1	0	9901	6:01	5807	5:54	1	1	0
2511	6:19	-		1	0	1	9903	6:26	5809	6:24	1	1	0
9400	6:32	9904	6:27	2	1	1	9905	6:36	-		1	0	1
5804	7:02	9906	6:57	2	1	1	9907	6:56	5811	6:54	1	1	0
2515	7:19	-		1	0	1	9909	7:06	-		1	0	1
9402	7:32	9908	7:27	2	1	1	9911	7:26	9401	7:24	1	1	0
5808	8:02	9910	7:57	2	1	1	9913	7:36	-		1	0	1
2519	8:19	-		1	0	1	9915	7:56	5813	7:54	1	1	0
9404	8:32	9912	8:27	2	1	1	9917	8:06	-		1	0	1
5810	9:02	-		2	0	2	9919	8:26	9403	8:24	1	1	0
9406	9:32	-		1	0	1	9921	8:36	-		1	0	1
5812	10:02	-		1	0	1	9923	9:01	5815	8:54	1	1	0
9408	10:32	9916	10:42	1	1	0	9925	9:31	9405	9:24	1	1	0
5816	11:02	-		1	0	1	-	5819	9:54	0	1	1	
9410	11:32	9918	11:42	1	1	0	-	9407	10:24	0	1	1	
5818	12:02	-		1	0	1	-	5821	10:54	0	1	1	
9412	12:32	-		1	0	1	-	9409	11:24	0	1	1	
5820	13:02	9920	12:57	1	1	0	-	5823	11:54	0	1	1	
9414	13:32	9922	13:27	1	1	0	9927	12:16	9411	12:24	1	1	0
5822	14:02	9924	13:57	1	1	0	-	5825	12:54	0	1	1	
9416	14:32	9926	14:27	1	1	0	9929	13:16	9413	13:24	1	1	0
5826	15:02	9928	14:57	1	1	0	9931	14:01	5829	13:54	1	2	1
9418	15:32	9930	15:27	1	1	0	9933	14:31	9415	14:24	1	2	1
5828	16:02	9932	15:57	1	1	0	9935	15:01	5831	14:54	1	2	1
9420	16:32	9934	16:27	2	1	1	9937	15:31	9417	15:24	1	2	1
5832	17:02	9936	16:57	2	1	1	9939	16:01	5833	15:54	1	2	1
9422	17:32	9938	17:27	2	1	1	9941	16:31	9419	16:24	1	2	1
5834	18:02	9940	17:57	2	1	1	9943	17:01	5835	16:54	1	2	1
9424	18:32	9942	18:27	2	1	1	9945	17:31	9421	17:24	1	2	1
5836	19:02	9944	18:57	2	1	1	9947	18:01	5837	17:54	1	2	1
9426	19:32	9946	19:27	1	1	0	9949	18:31	9423	18:24	1	2	1
5838	20:02	9948	19:42	1	1	0	9951	19:01	5839	18:54	1	2	1
9428	20:32	-		1	0	1	9953	19:31	9425	19:24	1	2	1
5840	21:02	9950	20:42	1	1	0	9955	20:01	5855	19:54	1	1	0
9430	21:32	9952	21:42	1	1	0	-	9427	20:24	0	1	1	
5842	22:02	-		1	0	1	-	5843	20:54	0	1	1	



Směr H2+V20 - V7						Směr V7 - H2+V20							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		V7		H2	V7		V7		H2+V20		V7	H2	
9430	21:32	9952	21:42	1	1	0	-	9427	20:24	0	1	1	
5842	22:02	-		1	0	1	-	5843	20:54	0	1	1	
9432	22:32	9954	22:42	1	1	0	9957	21:16	9429	21:24	1	1	0
5844	23:02	9956	23:42	1	1	0	-	5857	21:54	0	1	1	
Součet nesouladů:						24	9959	22:16	5859	22:24	1	1	0
							9961	23:16	5861	23:24	1	1	0
							Součet nesouladů:					28	

Zdroj: autor

Tabulka 9 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H2+V20 – V9

Směr H2+V20 - V9							Směr V9 - H2+V20						
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		V9		H2	V9		V9		H2+V20		V9	H2	
5850	4:54	9101	5:00	1	1	0	-	5803	4:54	0	1	1	
5852	5:32	9103	5:30	1	1	0	-	5805	5:24	0	1	1	
5854	6:02	9105	6:00	1	1	0	-	5807	5:54	0	1	1	
2511	6:19	-	-	1	0	1	9100	6:24	5809	6:24	1	1	0
9400	6:32	9107	6:30	2	1	1	9102	6:54	5811	6:54	1	1	0
5804	7:02	9109	7:00	2	1	1	9104	7:24	9401	7:24	1	1	0
2515	7:19	-	-	1	0	1	9106	7:54	5813	7:54	1	1	0
9402	7:32	9111	7:30	2	1	1	9108	8:24	9403	8:24	1	1	0
5808	8:02	9113	8:00	2	1	1	9110	8:54	5815	8:54	1	1	0
2519	8:19	-	-	1	0	1	9112	9:24	9405	9:24	1	1	0
9404	8:32	-	-	2	0	2	-	5819	9:54	0	1	1	
5810	9:02	9115	8:50	2	1	1	9114	10:36	9407	10:24	1	1	0
9406	9:32	-	-	1	0	1	-	5821	10:54	0	1	1	
5812	10:02	9117	9:50	1	1	0	9116	11:36	9409	11:24	1	1	0
9408	10:32	-	-	1	0	1	-	5823	11:54	0	1	1	
5816	11:02	9119	10:50	1	1	0	9118	12:36	9411	12:24	1	1	0
9410	11:32	-	-	1	0	1	-	5825	12:54	0	1	1	
5818	12:02	9121	11:50	1	1	0	9120	13:36	9413	13:24	1	1	0
9412	12:32	-	-	1	0	1	-	5829	13:54	0	2	2	
5820	13:02	-	-	1	0	1	-	9415	14:24	0	2	2	
9414	13:32	-	-	1	0	1	-	5831	14:54	0	2	2	
5822	14:02	-	-	1	0	1	-	9417	15:24	0	2	2	
9416	14:32	9127	14:30	1	1	0	9126	15:54	5833	15:54	1	2	1
5826	15:02	9129	15:00	1	1	0	9128	16:24	9419	16:24	1	2	1
9418	15:32	9131	15:30	1	1	0	9130	16:54	5835	16:54	1	2	1
5828	16:02	9133	16:00	1	1	0	9132	17:24	9421	17:24	1	2	1
9420	16:32	9135	16:30	2	1	1	9134	17:54	5837	17:54	1	2	1
5832	17:02	9137	17:00	2	1	1	9136	18:24	9423	18:24	1	2	1
9422	17:32	9139	17:30	2	1	1	9138	18:54	5839	18:54	1	2	1
5834	18:02	9141	18:00	2	1	1	9140	19:24	9425	19:24	1	2	1
9424	18:32	9143	18:30	2	1	1	9142	19:54	5855	19:54	1	1	0
5836	19:02	9145	19:00	2	1	1	9144	20:36	9427	20:24	1	1	0
9426	19:32	-	-	1	0	1	-	5843	20:54	0	1	1	
5838	20:02	9149	19:50	1	1	0	9146	21:36	9429	21:24	1	1	0

Směr H2+V20 - V9						Směr V9 - H2+V20							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20		V9		H2	V9		V9		H2+V20		V9	H2	
9428	20:32	-		1	0	1	-		5857	21:54	0	1	1
5840	21:02	9151	20:50	1	1	0	9148	22:36	5859	22:24	1	1	0
9430	21:32	-		1	0	1	9150	23:36	5861	23:24	1	1	0
5842	22:02	9153	21:50	1	1	0	Součet nesouladů:						25
9432	22:32	-		1	0	1							
5844	23:02	9155	22:50	1	1	0							
Součet nesouladů:						27							

Zdroj: autor

Tabulka 10 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H2+V20 – X

Směr H2+V20 - X					Směr X - H2+V20						
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20	X		H2	X		X	H2+V20	X	H2		
5850	4:54	-	1	0	1	-	5803	4:54	0	1	1
5852	5:32	-	1	0	1	-	5805	5:24	0	1	1
5854	6:02	-	1	0	1	-	5807	5:54	0	1	1
2511	6:19	-	1	0	1	-	5809	6:24	0	1	1
9400	6:32	-	2	0	2	-	5811	6:54	0	1	1
5804	7:02	-	2	0	2	-	9401	7:24	0	1	1
2515	7:19	-	1	0	1	-	5813	7:54	0	1	1
9402	7:32	-	2	0	2	-	9403	8:24	0	1	1
5808	8:02	-	2	0	2	-	5815	8:54	0	1	1
2519	8:19	-	1	0	1	-	9405	9:24	0	1	1
9404	8:32	-	2	0	2	-	5819	9:54	0	1	1
5810	9:02	-	2	0	2	-	9407	10:24	0	1	1
9406	9:32	-	1	0	1	-	5821	10:54	0	1	1
5812	10:02	-	1	0	1	-	9409	11:24	0	1	1
9408	10:32	-	1	0	1	-	5823	11:54	0	1	1
5816	11:02	-	1	0	1	-	9411	12:24	0	1	1
9410	11:32	-	1	0	1	-	5825	12:54	0	1	1
5818	12:02	-	1	0	1	-	9413	13:24	0	1	1
9412	12:32	-	1	0	1	-	5829	13:54	0	2	2
5820	13:02	-	1	0	1	-	9415	14:24	0	2	2
9414	13:32	-	1	0	1	-	5831	14:54	0	2	2
5822	14:02	-	1	0	1	-	9417	15:24	0	2	2
9416	14:32	-	1	0	1	-	5833	15:54	0	2	2
5826	15:02	-	1	0	1	-	9419	16:24	0	2	2
9418	15:32	-	1	0	1	-	5835	16:54	0	2	2
5828	16:02	-	1	0	1	-	9421	17:24	0	2	2
9420	16:32	-	2	0	2	-	5837	17:54	0	2	2
5832	17:02	-	2	0	2	-	9423	18:24	0	2	2
9422	17:32	-	2	0	2	-	5839	18:54	0	2	2
5834	18:02	-	2	0	2	-	9425	19:24	0	2	2
9424	18:32	-	2	0	2	-	5855	19:54	0	1	1
5836	19:02	-	2	0	2	-	9427	20:24	0	1	1
9426	19:32	-	1	0	1	-	5843	20:54	0	1	1
5838	20:02	-	1	0	1	-	9429	21:24	0	1	1
9428	20:32	-	1	0	1	-	5857	21:54	0	1	1
5840	21:02	-	1	0	1	-	5859	22:24	0	1	1
9430	21:32	-	1	0	1	-	5861	23:24	0	1	1
5842	22:02	-	1	0	1	Součet nesouladů:				49	

Směr H2+V20 - X					Směr X - H2+V20				
Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů
H2+V20	X	H2	X		X	H2+V20	X	H2	
9432	22:32	-	1	0					
5844	23:02	-	1	0					
Součet nesouladů:					52				

Zdroj: autor

Tabulka 11 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H4+V4 – H7

Směr H4+V4 - H7						Směr H7 - H4+V4							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H4+V4		H7		H4 + V4	H7		H7		H4+V4		H7	H4 + V4	
-		8802	4:12	0	1	1	8801	4:46	6902	4:40	1	1	0
9619	4:47	8804	4:42	1	1	0	8803	5:16	9620	5:10	1	1	0
9621	5:17	8806	5:12	1	1	0	8805	5:46	9622	5:40	1	1	0
9601	5:47	8808	5:42	1	1	0	8807	6:16	6904	6:02	2	1	1
9603	6:17	8810	6:12	1	1	0	8809	6:46	9624	6:10	2	1	1
9623	6:34	8812	6:42	1	2	1	-		9626	6:40	0	1	1
9625	7:00	-		1	0	1	8811	7:16	9628	7:10	2	1	1
6901	7:17	8814	7:12	1	2	1	8813	7:46	9630	7:40	2	1	1
9627	7:47	8816	7:42	1	1	0	8815	8:16	6906	8:02	2	1	1
9629	8:00	-		1	0	1	8817	8:46	9632	8:40	2	1	1
6903	8:17	8818	8:12	1	1	0	8819	9:16	-		2	0	2
9631	8:47	8820	8:42	1	1	0	8821	9:46	6908	9:40	1	1	0
9633	9:17	8822	9:12	1	1	0	8823	10:16	-		1	0	1
-		8824	9:42	0	1	1	8825	10:46	9634	10:40	1	1	0
6905	10:17	8826	10:12	1	1	0	8827	11:16	-		1	0	1
9635	11:17	8828	11:12	1	1	0	8829	11:46	6910	11:40	1	1	0
6907	12:17	8830	12:12	1	1	0	8831	12:46	6912	12:40	1	1	0
-		8832	12:42	0	2	2	8833	13:46	6914	13:40	1	1	0
9637	13:17	8834	13:12	1	2	1	8835	14:16	9636	14:10	1	1	0
-		8836	13:42	0	2	2	8837	14:46	6916	14:40	2	1	1
6909	14:17	8838	14:12	1	2	1	8839	15:16	9638	15:10	2	1	1
-		8840	14:42	0	2	2	8841	15:46	6918	15:40	2	1	1
6911	15:17	8842	15:12	1	2	1	8843	16:16	9640	16:10	2	1	1
9639	15:47	8844	15:42	1	2	1	8845	16:46	6920	16:40	2	1	1
6913	16:17	8846	16:12	1	2	1	8847	17:16	9642	17:10	2	1	1
9641	16:47	8848	16:42	1	2	1	8849	17:46	6922	17:40	2	1	1
6915	17:17	8850	17:12	1	2	1	8851	18:16	9644	18:10	2	1	1
9643	17:47	8852	17:42	1	2	1	8853	18:46	9646	18:40	1	1	0
6917	18:17	8854	18:12	1	2	1	8855	19:16	9648	19:10	1	1	0
9645	18:47	8856	18:42	1	2	1	8857	19:46	9650	19:40	1	1	0
6919	19:17	8858	19:12	1	1	0	8859	20:16	-		1	0	1
9647	20:17	8860	20:12	1	1	0	8861	20:46	9652	20:40	1	1	0
6921	21:17	8862	21:12	2	1	1	8863	21:46	6924	21:40	1	1	0
9649	22:17	8864	22:12	1	1	0	8865	22:46	9654	22:40	1	1	0
-		8866	23:12	0	1	1	8867	23:46	-		1	0	1
Součet nesouladů:						23	Součet nesouladů:						21

Zdroj: autor

Tabulka 12 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H4+V4 – H9

Směr H4+V4 - H9						Směr H9 - H4+V4							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H4+V4		H9		H4 + V4	H9		H9		H4+V4		H9	H4 + V4	
-		2503	4:20	0	1	1	-	6902	4:40	0	1	1	
9619	4:47	2505	4:50	1	1	0	2500	4:56	9620	5:10	1	1	0
9621	5:17	2507	5:20	1	1	0	2502	5:36	9622	5:40	1	1	0
9601	5:47	2509	5:50	1	1	0	-	6904	6:02	0	1	1	
9603	6:17	2511	6:20	1	1	0	2504	6:06	9624	6:10	1	1	0
9623	6:34	2513	6:50	1	1	0	2506	6:36	9626	6:40	2	1	1
9625	7:00	-		1	0	1	2508	7:06	9628	7:10	2	1	1
6901	7:17	2515	7:20	1	1	0	2510	7:36	9630	7:40	2	1	1
9627	7:47	2517	7:50	1	1	0	2512	8:06	6906	8:02	2	1	1
9629	8:00	-		1	0	1	2514	8:36	9632	8:40	2	1	1
6903	8:17	2519	8:20	1	1	0	2516	9:06	-		1	0	1
9631	8:47	-		1	0	1	2518	9:36	6908	9:40	1	1	0
9633	9:17	2521	9:20	1	1	0	2520	10:06	-		1	0	1
6905	10:17	2523	10:20	1	1	0	-	9634	10:40	0	1	1	
9635	11:17	2525	11:20	1	1	0	2522	11:06	-		1	0	1
6907	12:17	2527	12:20	1	1	0	-	6910	11:40	0	1	1	
-		2529	12:50	0	1	1	2524	12:06	-		1	0	1
9637	13:17	2531	13:20	1	1	0	-	6912	12:40	0	1	1	
-		2533	13:50	0	1	1	2526	13:06	-		1	0	1
6909	14:17	2535	14:20	1	2	1	-	6914	13:40	0	1	1	
-		2537	14:50	0	2	2	2528	14:06	9636	14:10	1	1	0
6911	15:17	2539	15:20	1	2	1	2530	14:36	6916	14:40	1	1	0
9639	15:47	2541	15:50	1	2	1	2532	15:06	9638	15:10	1	1	0
6913	16:17	2543	16:20	1	2	1	2534	15:36	6918	15:40	1	1	0
9641	16:47	2545	16:50	1	2	1	2536	16:06	9640	16:10	1	1	0
6915	17:17	2547	17:20	1	2	1	2538	16:36	6920	16:40	2	1	1
9643	17:47	2549	17:50	1	2	1	2540	17:06	9642	17:10	2	1	1
6917	18:17	2551	18:20	1	2	1	2542	17:36	6922	17:40	2	1	1
9645	18:47	2553	18:50	2	2	0	2544	18:06	9644	18:10	2	1	1
6919	19:17	2555	19:20	1	2	1	2546	18:36	9646	18:40	2	1	1
9647	20:17	2557	20:20	1	1	0	2548	19:06	9648	19:10	2	1	1
6921	21:17	2559	21:20	2	1	1	2550	19:36	9650	19:40	1	1	0
9649	22:17	2561	22:20	1	1	0	2552	20:06	-		2	0	2
-		2563	23:20	0	1	1	-	9652	20:40	0	1	1	
Součet nesouladů:						19	2554	21:06	-	1	0	1	

Směr H4+V4 - H9				Směr H9 - H4+V4						
Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	
H4+V4	H9	H4 + V4	H9		H9	H4+V4	H9	H4 + V4		
					-	6924	21:40	0	1	1
					2556	22:06	-	1	0	1
					-	9654	22:40	0	1	1
					2558	23:06	-	1	0	1
Součet nesouladů:									30	

Zdroj: autor



Tabulka 13 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H4+V4 – V7

Směr H4+V4 - V7						Směr V7 - H4+V4							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H4+V4		V7		H4 + V4	V7		V7		H4+V4		V7	H4 + V4	
9619	4:47	-		1	0	1	-	6902	4:40	0	1	1	
9621	5:17	9900	5:27	1	1	0	-	9620	5:10	0	1	1	
9601	5:47	9902	5:57	1	1	0	-	9622	5:40	0	1	1	
9603	6:17	9904	6:27	1	1	0	9901	6:01	6904	6:02	1	1	0
9623	6:34			1	0	1	-	9624	6:10	0	1	1	
9625	7:00	9906	6:57	1	1	0	9903	6:26	-		1	0	1
6901	7:17	9908	7:27	1	1	0	9905	6:36	9626	6:40	1	1	0
9627	7:47	9910	7:57	1	1	0	9907	6:56	-		1	0	1
9629	8:00	-		1	0	1	9909	7:06	9628	7:10	1	1	0
6903	8:17	9912	8:27	1	1	0	9911	7:26	-		1	0	1
9631	8:47	-		1	0	1	9913	7:36	9630	7:40	1	1	0
9633	9:17	-		1	0	1	9915	7:56	6906	8:02	1	1	0
6905	10:17	9916	10:42	1	1	0	9917	8:06	-		1	0	1
9635	11:17	9918	11:42	1	1	0	9919	8:26	9632	8:40	1	1	0
6907	12:17	9920	12:57	1	1	0	9921	8:36	-		1	0	1
9637	13:17	9922	13:27	1	1	0	9923	9:01	-		1	0	1
-		9924	13:57	0	1	1	9925	9:31	6908	9:40	1	1	0
6909	14:17	9926	14:27	1	1	0	-	9634	10:40	0	1	1	
-		9928	14:57	0	1	1	-	6910	11:40	0	1	1	
6911	15:17	9930	15:27	1	1	0	9927	12:16	6912	12:40	1	1	0
9639	15:47	9932	15:57	1	1	0	9929	13:16	6914	13:40	1	1	0
6913	16:17	9934	16:27	1	1	0	9931	14:01	9636	14:10	1	1	0
9641	16:47	9936	16:57	1	1	0	9933	14:31	6916	14:40	1	1	0
6915	17:17	9938	17:27	1	1	0	9935	15:01	9638	15:10	1	1	0
9643	17:47	9940	17:57	1	1	0	9937	15:31	6918	15:40	1	1	0
6917	18:17	9942	18:27	1	1	0	9939	16:01	9640	16:10	1	1	0
9645	18:47	9944	18:57	1	1	0	9941	16:31	6920	16:40	1	1	0
6919	19:17	9946	19:27	1	1	0	9943	17:01	9642	17:10	1	1	0
-		9948	19:42	0	1	1	9945	17:31	6922	17:40	1	1	0
9647	20:17	9950	20:42	1	1	0	9947	18:01	9644	18:10	1	1	0
6921	21:17	9952	21:42	2	1	1	9949	18:31	9646	18:40	1	1	0
9649	22:17	9954	22:42	1	1	0	9951	19:01	9648	19:10	1	1	0
-		9956	23:42	0	1	1	9953	19:31	9650	19:40	1	1	0
Součet nesouladů:						10	9955	20:01	-		1	0	1

Směr H4+V4 - V7					Směr V7 - H4+V4						
Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů		
H4+V4	V7	H4 + V4	V7		V7	H4+V4	V7	H4 + V4			
					-	9652	20:40	0	1	1	
					9957	21:16	6924	21:40	1	1	0
					9959	22:16	9654	22:40	1	1	0
					9961	23:16	-		1	0	1
					Součet nesouladů:					15	

Zdroj: autor

Tabulka 14 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H4+V4 – V9

Směr H4+V4 - V9							Směr V9 - H4+V4						
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
H4+V4		V9		H4 + V4	V9		V9		H4+V4		V9	H4 + V4	
9619	4:47	9101	5:00	1	1	0	-	6902	4:40	0	1	1	
9621	5:17	9103	5:30	1	1	0	-	9620	5:10	0	1	1	
9601	5:47	9105	6:00	1	1	0	-	9622	5:40	0	1	1	
9603	6:17	9107	6:30	1	1	0	-	6904	6:02	0	1	1	
9623	6:34	-	-	1	0	1	9100	6:24	9624	6:10	1	1	0
9625	7:00	9109	7:00	1	1	0	9102	6:54	9626	6:40	1	1	0
6901	7:17	9111	7:30	1	1	0	9104	7:24	9628	7:10	1	1	0
9627	7:47	9113	8:00	1	1	0	9106	7:54	9630	7:40	1	1	0
9629	8:00	-	-	1	0	1	9108	8:24	6906	8:02	1	1	0
6903	8:17	-	-	1	0	1	9110	8:54	9632	8:40	1	1	0
9631	8:47	9115	8:50	1	1	0	9112	9:24	6908	9:40	1	1	0
9633	9:17	9117	9:50	1	1	0	9114	10:36	9634	10:40	1	1	0
6905	10:17	9119	10:50	1	1	0	9116	11:36	6910	11:40	1	1	0
9635	11:17	9121	11:50	1	1	0	9118	12:36	6912	12:40	1	1	0
6907	12:17	-	-	1	0	1	9120	13:36	6914	13:40	1	1	0
9637	13:17	-	-	1	0	1	-	9636	14:10	0	1	1	
6909	14:17	9127	14:30	1	1	0	-	6916	14:40	0	1	1	
-	-	9129	15:00	0	1	1	-	9638	15:10	0	1	1	
6911	15:17	9131	15:30	1	1	0	9126	15:54	6918	15:40	1	1	0
9639	15:47	9133	16:00	1	1	0	9128	16:24	9640	16:10	1	1	0
6913	16:17	9135	16:30	1	1	0	9130	16:54	6920	16:40	1	1	0
9641	16:47	9137	17:00	1	1	0	9132	17:24	9642	17:10	1	1	0
6915	17:17	9139	17:30	1	1	0	9134	17:54	6922	17:40	1	1	0
9643	17:47	9141	18:00	1	1	0	9136	18:24	9644	18:10	1	1	0
6917	18:17	9143	18:30	1	1	0	9138	18:54	9646	18:40	1	1	0
9645	18:47	9145	19:00	1	1	0	9140	19:24	9648	19:10	1	1	0
6919	19:17	9149	19:50	1	1	0	9142	19:54	9650	19:40	1	1	0
9647	20:17	9151	20:50	1	1	0	9144	20:36	9652	20:40	1	1	0
6921	21:17	9153	21:50	2	1	1	9146	21:36	6924	21:40	1	1	0
9649	22:17	9155	22:50	1	1	0	9148	22:36	9654	22:40	1	1	0
Součet nesouladů:						7	9150	23:36	-	1	0	1	
							Součet nesouladů:						8

Zdroj: autor

Tabulka 15 – Nesoulady mezi spoji ve variantě H4+V4 – X

Směr H4+V4 - X					Směr X - H4+V4						
Spoje linek		Počet EMJ			Počet nesouladů	Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	
H4+V4	X	H4 + V4	X	X		H4+V4	X	H4 + V4			
9619	4:47	-	1	0	1	-	6902	4:40	0	1	1
9621	5:17	-	1	0	1	-	9620	5:10	0	1	1
9601	5:47	-	1	0	1	-	9622	5:40	0	1	1
9603	6:17	-	1	0	1	-	6904	6:02	0	1	1
9623	6:34	-	1	0	1	-	9624	6:10	0	1	1
9625	7:00	-	1	0	1	-	9626	6:40	0	1	1
6901	7:17	-	1	0	1	-	9628	7:10	0	1	1
9627	7:47	-	1	0	1	-	9630	7:40	0	1	1
9629	8:00	-	1	0	1	-	6906	8:02	0	1	1
6903	8:17	-	1	0	1	-	9632	8:40	0	1	1
9631	8:47	-	1	0	1	-	6908	9:40	0	1	1
9633	9:17	-	1	0	1	-	9634	10:40	0	1	1
6905	10:17	-	1	0	1	-	6910	11:40	0	1	1
9635	11:17	-	1	0	1	-	6912	12:40	0	1	1
6907	12:17	-	1	0	1	-	6914	13:40	0	1	1
9637	13:17	-	1	0	1	-	9636	14:10	0	1	1
6909	14:17	-	1	0	1	-	6916	14:40	0	1	1
6911	15:17	-	1	0	1	-	9638	15:10	0	1	1
9639	15:47	-	1	0	1	-	6918	15:40	0	1	1
6913	16:17	-	1	0	1	-	9640	16:10	0	1	1
9641	16:47	-	1	0	1	-	6920	16:40	0	1	1
6915	17:17	-	1	0	1	-	9642	17:10	0	1	1
9643	17:47	-	1	0	1	-	6922	17:40	0	1	1
6917	18:17	-	1	0	1	-	9644	18:10	0	1	1
9645	18:47	-	1	0	1	-	9646	18:40	0	1	1
6919	19:17	-	1	0	1	-	9648	19:10	0	1	1
9647	20:17	-	1	0	1	-	9650	19:40	0	1	1
6921	21:17	-	1	0	1	-	9652	20:40	0	1	1
9649	22:17	-	1	0	1	-	6924	21:40	0	1	1
Součet nesouladů:					29	Součet nesouladů:					29

Zdroj: autor

Tabulka 16 – Nesoulady mezi spoji ve variantě V1+D7 – H7

Směr V1+D7 - H7						Směr H7 - V1+D7							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
V1+D7	H7		V1 + D7	H7		H7	V1+D7		H7	V1 + D7			
-	8802	4:12	0	1	1	8801	4:46	-	1	0	1		
-	8804	4:42	0	1	1	8803	5:16	-	1	0	1		
-	8806	5:12	0	1	1	8805	5:46	8803	5:39	1	1	0	
8808	5:42	8808	5:42	1	1	0	8807	6:16	9901	6:09	2	1	1
8810	6:12	8810	6:12	1	1	0	8809	6:46	9905	6:39	2	1	1
8812	6:42	8812	6:42	1	2	1	8811	7:16	9909	7:09	2	1	1
8814	7:12	8814	7:12	1	2	1	-	9913	7:39	0	1	1	
8816	7:42	8816	7:42	1	1	0	8813	7:46	8601	7:49	2	1	1
8818	8:12	8818	8:12	1	1	0	8815	8:16	9917	8:09	2	1	1
8820	8:42	8820	8:42	1	1	0	-	9921	8:39	0	1	1	
8822	9:12	8822	9:12	1	1	0	8817	8:46	8603	8:49	2	1	1
8824	9:42	8824	9:42	1	1	0	8819	9:16	-	2	0	2	
8600	10:23	8826	10:12	1	1	0	8821	9:46	8605	9:49	1	1	0
8602	11:23	8828	11:12	1	1	0	8823	10:16	-	1	0	1	
8604	12:23	8830	12:12	1	1	0	8825	10:46	8607	10:49	1	1	0
-	8832	12:42	0	2	2	8827	11:16	-	1	0	1		
8606	13:23	8834	13:12	1	2	1	8829	11:46	8609	11:49	1	1	0
-	8836	13:42	0	2	2	8831	12:46	8611	12:49	1	1	0	
8608	14:23	8838	14:12	1	2	1	8833	13:46	-	1	0	1	
-	8840	14:42	0	2	2	8835	14:16	-	1	0	1		
8610	15:23	8842	15:12	1	2	1	8837	14:46	9933	14:39	2	1	1
8844	15:42	8844	15:42	1	2	1	8839	15:16	9935	15:09	2	1	1
8846	16:12	8846	16:12	1	2	1	8841	15:46	9937	15:39	2	1	1
8848	16:42	8848	16:42	1	2	1	8843	16:16	9939	16:09	2	1	1
8850	17:12	8850	17:12	1	2	1	8845	16:46	9941	16:39	2	1	1
8852	17:42	8852	17:42	1	2	1	8847	17:16	9943	17:09	2	1	1
8854	18:12	8854	18:12	1	2	1	8849	17:46	9945	17:39	2	1	1
8856	18:42	8856	18:42	1	2	1	8851	18:16	9947	18:09	2	1	1
8858	19:12	8858	19:12	1	1	0	8853	18:46	9949	18:39	1	1	0
-	8860	20:12	0	1	1	8855	19:16	9951	19:09	1	1	0	
8612	21:23	8862	21:12	1	1	0	8857	19:46	8613	19:49	1	1	0
8614	22:23	8864	22:12	1	1	0	8859	20:16	-	1	0	1	
8618	23:23	8866	23:12	1	1	0	8861	20:46	8615	20:49	1	1	0
Součet nesouladů:					22	8863	21:46	8617	21:49	1	1	0	

Směr V1+D7 - H7				Směr H7 - V1+D7					
Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek		Počet EMJ		Počet nesouladů
V1+D7	H7	V1 + D7	H7		H7	V1+D7	H7	V1 + D7	
				8865	22:46	-	1	0	1
				8867	23:46	-	1	0	1
				Součet nesouladů:					27

Zdroj: autor

Tabulka 17 – Nesoulady mezi spoji ve variantě V1+D7 – H9

Směr V1+D7 - H9						Směr H9 - V1+D7							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
V1+D7	H9		V1 + D7	H9		H9	V1+D7		H9	V1 + D7			
-	2503	4:20	0	1	1	2500	4:56	-	1	0	1		
-	2505	4:50	0	1	1	2502	5:36	8803	5:39	1	1	0	
-	2507	5:20	0	1	1	2504	6:06	9901	6:09	1	1	0	
8808	5:42	2509	5:50	1	1	0	2506	6:36	9905	6:39	2	1	1
8810	6:12	2511	6:20	1	1	0	2508	7:06	9909	7:09	2	1	1
8812	6:42	2513	6:50	1	1	0	2510	7:36	9913	7:39	2	1	1
8814	7:12	2515	7:20	1	1	0	-	8601	7:49	0	1	1	
8816	7:42	2517	7:50	1	1	0	2512	8:06	9917	8:09	2	1	1
8818	8:12	2519	8:20	1	1	0	2514	8:36	9921	8:39	2	1	1
8820	8:42	-		1	0	1	-	8603	8:49	0	1	1	
8822	9:12	2521	9:20	1	1	0	2516	9:06	-	1	0	1	
8824	9:42	-		1	0	1	2518	9:36	8605	9:49	1	1	0
8600	10:23	2523	10:20	1	1	0	2520	10:06	-	1	0	1	
8602	11:23	2525	11:20	1	1	0	2522	11:06	8607	10:49	1	1	0
8604	12:23	2527	12:20	1	1	0	2524	12:06	8609	11:49	1	1	0
-	2529	12:50	0	1	1	2526	13:06	8611	12:49	1	1	0	
8606	13:23	2531	13:20	1	1	0	2528	14:06	-	1	0	1	
-	2533	13:50	0	1	1	2530	14:36	9933	14:39	1	1	0	
8608	14:23	2535	14:20	1	2	1	2532	15:06	9935	15:09	1	1	0
-	2537	14:50	0	2	2	2534	15:36	9937	15:39	1	1	0	
8610	15:23	2539	15:20	1	2	1	2536	16:06	9939	16:09	1	1	0
8844	15:42	2541	15:50	1	2	1	2538	16:36	9941	16:39	2	1	1
8846	16:12	2543	16:20	1	2	1	2540	17:06	9943	17:09	2	1	1
8848	16:42	2545	16:50	1	2	1	2542	17:36	9945	17:39	2	1	1
8850	17:12	2547	17:20	1	2	1	2544	18:06	9947	18:09	2	1	1
8852	17:42	2549	17:50	1	2	1	2546	18:36	9949	18:39	2	1	1
8854	18:12	2551	18:20	1	2	1	2548	19:06	9951	19:09	2	1	1
8856	18:42	2553	18:50	1	2	1	2550	19:36	8613	19:49	1	1	0
8858	19:12	2555	19:20	1	2	1	2552	20:06	-	2	0	2	
-	2557	20:20	0	1	1	2554	21:06	8615	20:49	1	1	0	
8612	21:23	2559	21:20	1	1	0	2556	22:06	8617	21:49	1	1	0
8614	22:23	2561	22:20	1	1	0	2558	23:06	-	1	0	1	
8618	23:23	2563	23:20	1	1	0	9961	23:16	-	1	0	1	
Součet nesouladů:					20	Součet nesouladů:					21		

Zdroj: autor

Tabulka 18 – Nesoulady mezi spoji ve variantě V1+D7 – V7

Směr V1+D7 - V7						Směr V7 - V1+D7							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
V1+D7		V7		V1 + D7	V7		V7		V1+D7		V7	V1 + D7	
-		9900	5:27	0	1	1	9901	6:01	8803	5:39	1	1	0
8808	5:42	9902	5:57	1	1	0	9903	6:26	9901	6:09	1	1	0
8810	6:12	9904	6:27	1	1	0	9905	6:36	9905	6:39	1	1	0
8812	6:42	9906	6:57	1	1	0	9907	6:56	-		1	0	1
8814	7:12	9908	7:27	1	1	0	9909	7:06	9909	7:09	1	1	0
8816	7:42	9910	7:57	1	1	0	9911	7:26	-		1	0	1
8818	8:12	9912	8:27	1	1	0	9913	7:36	9913	7:39	1	1	0
8820	8:42	-		1	0	1	9915	7:56	8601	7:49	1	1	0
8822	9:12	-		1	0	1	9917	8:06	9917	8:09	1	1	0
8824	9:42	-		1	0	1	9919	8:26	-		1	0	1
8600	10:23	9916	10:42	1	1	0	9921	8:36	9921	8:39	1	1	0
8602	11:23	9918	11:42	1	1	0	9923	9:01	8603	8:49	1	1	0
8604	12:23	9920	12:57	1	1	0	9925	9:31	8605	9:49	1	1	0
8606	13:23	9922	13:27	1	1	0	-		8607	10:49	0	1	1
-		9924	13:57	0	1	1	-		8609	11:49	0	1	1
8608	14:23	9926	14:27	1	1	0	9927	12:16	8611	12:49	1	1	0
-		9928	14:57	0	1	1	9929	13:16	-		1	0	1
8610	15:23	9930	15:27	1	1	0	9931	14:01	-		1	0	1
8844	15:42	9932	15:57	1	1	0	9933	14:31	9933	14:39	1	1	0
8846	16:12	9934	16:27	1	1	0	9935	15:01	9935	15:09	1	1	0
8848	16:42	9936	16:57	1	1	0	9937	15:31	9937	15:39	1	1	0
8850	17:12	9938	17:27	1	1	0	9939	16:01	9939	16:09	1	1	0
8852	17:42	9940	17:57	1	1	0	9941	16:31	9941	16:39	1	1	0
8854	18:12	9942	18:27	1	1	0	9943	17:01	9943	17:09	1	1	0
8856	18:42	9944	18:57	1	1	0	9945	17:31	9945	17:39	1	1	0
8858	19:12	9946	19:27	1	1	0	9947	18:01	9947	18:09	1	1	0
-		9948	19:42	0	1	1	9949	18:31	9949	18:39	1	1	0
-		9950	20:42	0	1	1	9951	19:01	9951	19:09	1	1	0
8612	21:23	9952	21:42	1	1	0	9953	19:31	8613	19:49	1	1	0
8614	22:23	9954	22:42	1	1	0	9955	20:01	-		1	0	1
8618	23:23	9956	23:42	1	1	0	9957	21:16	8615	20:49	1	1	0
Součet nesouladů:						8	9959	22:16	8617	21:49	1	1	0
							9961	23:16	-		1	0	1
						Součet nesouladů:						9	

Zdroj: autor



Tabulka 19 – Nesoulady mezi spoji ve variantě V1+D7 – V9

Směr V1+D7 - V9						Směr V9 - V1+D7							
Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek				Počet EMJ		Počet nesouladů
V1+D7		V9		V1 + D7	V9		V9		V1+D7		V9	V1 + D7	
-		9101	5:00	0	1	1	-	8803	5:39	0	1	1	
8808	5:42	9103	5:30	1	1	0	-	9901	6:09	0	1	1	
8810	6:12	9105	6:00	1	1	0	9100	6:24	9905	6:39	1	1	0
8812	6:42	9107	6:30	1	1	0	9102	6:54	9909	7:09	1	1	0
8814	7:12	9109	7:00	1	1	0	9104	7:24	9913	7:39	1	1	0
8816	7:42	9111	7:30	1	1	0	9106	7:54	8601	7:49	1	1	0
8818	8:12	9113	8:00	1	1	0	-	9917	8:09	0	1	1	
8820	8:42	9115	8:50	1	1	0	9108	8:24	9921	8:39	1	1	0
8822	9:12	-		1	0	1	9110	8:54	8603	8:49	1	1	0
8824	9:42	9117	9:50	1	1	0	9112	9:24	8605	9:49	1	1	0
8600	10:23	9119	10:50	1	1	0	9114	10:36	8607	10:49	1	1	0
8602	11:23	9121	11:50	1	1	0	9116	11:36	8609	11:49	1	1	0
8604	12:23	-		1	0	1	9118	12:36	8611	12:49	1	1	0
8606	13:23	-		1	0	1	9120	13:36	-		1	0	1
8608	14:23	9127	14:30	1	1	0	-	9933	14:39	0	1	1	
-		9129	15:00	0	1	1	-	9935	15:09	0	1	1	
8610	15:23	9131	15:30	1	1	0	9126	15:54	9937	15:39	1	1	0
8844	15:42	-		1	1	0	9128	16:24	9939	16:09	1	1	0
8846	16:12	9133	16:00	1	1	0	9130	16:54	9941	16:39	1	1	0
8848	16:42	9135	16:30	1	1	0	9132	17:24	9943	17:09	1	1	0
8850	17:12	9137	17:00	1	1	0	9134	17:54	9945	17:39	1	1	0
8852	17:42	9139	17:30	1	1	0	9136	18:24	9947	18:09	1	1	0
8854	18:12	9141	18:00	1	1	0	9138	18:54	9949	18:39	1	1	0
8856	18:42	9143	18:30	1	1	0	9140	19:24	9951	19:09	1	1	0
8858	19:12	9145	19:00	1	1	0	9142	19:54	8613	19:49	1	1	0
-		9149	19:50	0	1	1	9144	20:36	8615	20:49	1	1	0
-		9151	20:50	0	1	1	9146	21:36	8617	21:49	1	1	0
8612	21:23	9153	21:50	1	1	0	9148	22:36	-		1	0	1
8614	22:23	9155	22:50	1	1	0	9150	23:36	-		1	0	1
8618	23:23	-		1	0	1	Součet nesouladů:					8	
Součet nesouladů:						8							

Zdroj: autor

Tabulka 20 – Nesoulady mezi spoji ve variantě V1+D7 – X

Směr V1+D7 - X					Směr X - V1+D7						
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
V1+D7	X		V1 + D7	X		X	V1+D7	X	V1 + D7		
8808	5:42	-	1	0	1	-	8803	5:39	0	1	1
8810	6:12	-	1	0	1	-	9901	6:09	0	1	1
8812	6:42	-	1	0	1	-	9905	6:39	0	1	1
8814	7:12	-	1	0	1	-	9909	7:09	0	1	1
8816	7:42	-	1	0	1	-	9913	7:39	0	1	1
8818	8:12	-	1	0	1	-	8601	7:49	0	1	1
8820	8:42	-	1	0	1	-	9917	8:09	0	1	1
8822	9:12	-	1	0	1	-	9921	8:39	0	1	1
8824	9:42	-	1	0	1	-	8603	8:49	0	1	1
8600	10:23	-	1	0	1	-	8605	9:49	0	1	1
8602	11:23	-	1	0	1	-	8607	10:49	0	1	1
8604	12:23	-	1	0	1	-	8609	11:49	0	1	1
8606	13:23	-	1	0	1	-	8611	12:49	0	1	1
8608	14:23	-	1	0	1	-	9933	14:39	0	1	1
8610	15:23	-	1	0	1	-	9935	15:09	0	1	1
8844	15:42	-	1	0	1	-	9937	15:39	0	1	1
8846	16:12	-	1	0	1	-	9939	16:09	0	1	1
8848	16:42	-	1	0	1	-	9941	16:39	0	1	1
8850	17:12	-	1	0	1	-	9943	17:09	0	1	1
8852	17:42	-	1	0	1	-	9945	17:39	0	1	1
8854	18:12	-	1	0	1	-	9947	18:09	0	1	1
8856	18:42	-	1	0	1	-	9949	18:39	0	1	1
8858	19:12	-	1	0	1	-	9951	19:09	0	1	1
8612	21:23	-	1	0	1	-	8613	19:49	0	1	1
8614	22:23	-	1	0	1	-	8615	20:49	0	1	1
8618	23:23	-	1	0	1	-	8617	21:49	0	1	1
Součet nesouladů:					26	Součet nesouladů:					26

Zdroj: autor

Tabulka 21 – Nesoulady mezi spoji ve variantě D9 – H7

Směr D9 - H7						Směr H7 - D9							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
D9	H7		D9	H7		H7		D9		H7		D9	
-	8802	4:12	0	1	1	8801	4:46	-	1	0	1		
-	8804	4:42	0	1	1	8803	5:16	-	1	0	1		
-	8806	5:12	0	1	1	8805	5:46	2502	5:39	1	1	0	
-	8808	5:42	0	1	1	8807	6:16	-	2	0	2		
-	8810	6:12	0	1	1	8809	6:46	2506	6:39	2	2	0	
-	8812	6:42	0	2	2	8811	7:16	9102	6:57	2	1	1	
9109	6:53	8814	7:12	1	2	1	8813	7:46	2510	7:39	2	2	0
2517	7:43	8816	7:42	1	1	0	8815	8:16	9106	7:57	2	1	1
9113	7:53	8818	8:12	1	1	0	8817	8:46	2514	8:39	2	2	0
-	8820	8:42	0	1	1	8819	9:16	-	2	0	2		
-	8822	9:12	0	1	1	8821	9:46	-	1	0	1		
-	8824	9:42	0	1	1	8823	10:16	-	1	0	1		
-	8826	10:12	0	1	1	8825	10:46	-	1	0	1		
-	8828	11:12	0	1	1	8827	11:16	-	1	0	1		
-	8830	12:12	0	1	1	8829	11:46	-	1	0	1		
-	8832	12:42	0	2	2	8831	12:46	-	1	0	1		
-	8834	13:12	0	2	2	8833	13:46	-	1	0	1		
-	8836	13:42	0	2	2	8835	14:16	-	1	0	1		
2535	14:19	8838	14:12	2	2	0	8837	14:46	2530	14:39	2	1	1
-	8840	14:42	0	2	2	8839	15:16	-	2	0	2		
2539	15:19	8842	15:12	2	2	0	8841	15:46	2534	15:39	2	1	1
9133	15:56	8844	15:42	1	2	1	8843	16:16	9126	15:57	2	1	1
2543	16:19	8846	16:12	2	2	0	8845	16:46	2538	16:39	2	2	0
9137	16:56	8848	16:42	1	2	1	8847	17:16	9130	16:57	2	1	1
2547	17:19	8850	17:12	2	2	0	8849	17:46	2542	17:39	2	2	0
9141	17:56	8852	17:42	1	2	1	8851	18:16	9134	17:57	2	1	1
2551	18:19	8854	18:12	2	2	0	8853	18:46	2546	18:39	1	2	1
9145	18:56	8856	18:42	1	2	1	8855	19:16	-	1	0	1	
2555	19:19	8858	19:12	2	1	1	8857	19:46	-	1	0	1	
-	8860	20:12	0	1	1	8859	20:16	-	1	0	1		
-	8862	21:12	0	1	1	8861	20:46	-	1	0	1		
-	8864	22:12	0	1	1	8863	21:46	-	1	0	1		
-	8866	23:12	0	1	1	8865	22:46	-	1	0	1		
Součet nesouladů:					31	8867	23:46	-	1	0	1		
						Součet nesouladů:					31		

Zdroj: autor

Tabulka 22 – Nesoulady mezi spoji ve variantě D9 – H9

Směr D9 - H9						Směr H9 - D9							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
D9	H9		D9	H9		H9		D9	H9	D9			
-	2503	4:20	0	1	1	2500	4:56	-		1	0	1	
-	2505	4:50	0	1	1	2502	5:36	2502	5:39	1	1	0	
-	2507	5:20	0	1	1	2504	6:06	-		1	0	1	
-	2509	5:50	0	1	1	2506	6:36	2506	6:39	2	2	0	
-	2511	6:20	0	1	1	2508	7:06	9102	6:57	2	1	1	
9109	6:53	2513	6:50	1	1	0	2510	7:36	2510	7:39	2	2	0
-	2515	7:20	0	1	1	2512	8:06	9106	7:57	2	1	1	
2517	7:43	2517	7:50	1	1	0	2514	8:36	2514	8:39	2	2	0
9113	7:53	-		1	0	1	2516	9:06	-		1	0	1
-	2519	8:20	0	1	1	2518	9:36	-		1	0	1	
-	2521	9:20	0	1	1	2520	10:06	-		1	0	1	
-	2523	10:20	0	1	1	2522	11:06	-		1	0	1	
-	2525	11:20	0	1	1	2524	12:06	-		1	0	1	
-	2527	12:20	0	1	1	2526	13:06	-		1	0	1	
-	2529	12:50	0	1	1	2528	14:06	-		1	0	1	
-	2531	13:20	0	1	1	2530	14:36	2530	14:39	1	1	0	
-	2533	13:50	0	1	1	2532	15:06	-		1	0	1	
2535	14:19	2535	14:20	2	2	0	2534	15:36	2534	15:39	1	1	0
-	2537	14:50	0	2	2	2	2536	16:06	9126	15:57	1	1	0
2539	15:19	2539	15:20	2	2	0	2538	16:36	2538	16:39	2	2	0
9133	15:56	2541	15:50	1	2	1	2540	17:06	9130	16:57	2	1	1
2543	16:19	2543	16:20	2	2	0	2542	17:36	2542	17:39	2	2	0
9137	16:56	2545	16:50	1	2	1	2544	18:06	9134	17:57	2	1	1
2547	17:19	2547	17:20	2	2	0	2546	18:36	2546	18:39	2	2	0
9141	17:56	2549	17:50	1	2	1	2548	19:06	-		2	0	2
2551	18:19	2551	18:20	2	2	0	2550	19:36	-		1	0	1
9145	18:56	2553	18:50	1	2	1	2552	20:06	-		2	0	2
2555	19:19	2555	19:20	2	2	0	2554	21:06	-		1	0	1
-	2557	20:20	0	1	1	2556	22:06	-		1	0	1	
-	2559	21:20	0	1	1	2558	23:06	-		1	0	1	
-	2561	22:20	0	1	1	Součet nesouladů:					22		
-	2563	23:20	0	1	1								
Součet nesouladů:					25								

Zdroj: autor

Tabulka 23 – Nesoulady mezi spoji ve variantě D9 – V7

Směr D9 - V7						Směr V7 - D9							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
D9	V7		D9	V7		V7		D9	V7	D9			
-	9900	5:27	0	1	1	9901	6:01	2502	5:39	1	1	0	
-	9902	5:57	0	1	1	9903	6:26	-		1	0	1	
-	9904	6:27	0	1	1	9905	6:36	2506	6:39	1	2	1	
9109	6:53	9906	6:57	1	1	0	9907	6:56	9102	6:57	1	1	0
2517	7:43	9908	7:27	1	1	0	9909	7:06	-		1	0	1
9113	7:53	9910	7:57	1	1	0	9911	7:26	2510	7:39	1	2	1
-	9912	8:27	0	1	1	9913	7:36	-		1	0	1	
-	9916	10:42	0	1	1	9915	7:56	9106	7:57	1	1	0	
-	9918	11:42	0	1	1	9917	8:06	-		1	0	1	
-	9920	12:57	0	1	1	9919	8:26	-		1	0	1	
-	9922	13:27	0	1	1	9921	8:36	2514	8:39	1	2	1	
-	9924	13:57	0	1	1	9923	9:01	-		1	0	1	
2535	14:19	9926	14:27	2	1	1	9925	9:31	-		1	0	1
-	9928	14:57	0	1	1	9927	12:16	-		1	0	1	
2539	15:19	9930	15:27	2	1	1	9929	13:16	-		1	0	1
9133	15:56	9932	15:57	1	1	0	9931	14:01	-		1	0	1
2543	16:19	9934	16:27	2	1	1	9933	14:31	2530	14:39	1	1	0
9137	16:56	9936	16:57	1	1	0	9935	15:01	-		1	0	1
2547	17:19	9938	17:27	2	1	1	9937	15:31	2534	15:39	1	1	0
9141	17:56	9940	17:57	1	1	0	9939	16:01	9126	15:57	1	1	0
2551	18:19	9942	18:27	2	1	1	9941	16:31	2538	16:39	1	2	1
9145	18:56	9944	18:57	1	1	0	9943	17:01	9130	16:57	1	1	0
2555	19:19	9946	19:27	2	1	1	9945	17:31	2542	17:39	1	2	1
-	9948	19:42	0	1	1	9947	18:01	9134	17:57	1	1	0	
-	9950	20:42	0	1	1	9949	18:31	2546	18:39	1	2	1	
-	9952	21:42	0	1	1	9951	19:01	-		1	0	1	
-	9954	22:42	0	1	1	9953	19:31	-		1	0	1	
-	9956	23:42	0	1	1	9955	20:01	-		1	0	1	
Součet nesouladů:					21	9957	21:16	-		1	0	1	
						9959	22:16	-		1	0	1	
						9961	23:16	-		1	0	1	
						Součet nesouladů:					23		

Zdroj: autor

Tabulka 24 – Nesoulady mezi spoji ve variantě D9 – V9

Směr D9 - V9						Směr V9 - D9							
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů		
D9	V9		D9	V9		V9		D9		V9		D9	
-	9101	5:00	0	1	1	-	2502	5:39	0	1	1		
-	9103	5:30	0	1	1	9100	6:24	2506	6:39	1	2	1	
-	9105	6:00	0	1	1	9102	6:54	9102	6:57	1	1	0	
-	9107	6:30	0	1	1	9104	7:24	2510	7:39	1	2	1	
9109	6:53	9109	7:00	1	1	0	9106	7:54	9106	7:57	1	1	0
2517	7:43	9111	7:30	1	1	0	9108	8:24	2514	8:39	1	2	1
9113	7:53	9113	8:00	1	1	0	9110	8:54	-	1	0	1	
-	9115	8:50	0	1	1	9112	9:24	-	1	0	1		
-	9117	9:50	0	1	1	9114	10:36	-	1	0	1		
-	9119	10:50	0	1	1	9116	11:36	-	1	0	1		
-	9121	11:50	0	1	1	9118	12:36	-	1	0	1		
2535	14:19	9127	14:30	2	1	1	9120	13:36	-	1	0	1	
-	9129	15:00	0	1	1	-	2530	14:39	0	1	1		
2539	15:19	9131	15:30	2	1	1	-	2534	15:39	0	1	1	
9133	15:56	9133	16:00	1	1	0	9126	15:54	9126	15:57	1	1	0
2543	16:19	9135	16:30	2	1	1	9128	16:24	2538	16:39	1	2	1
9137	16:56	9137	17:00	1	1	0	9130	16:54	9130	16:57	1	1	0
2547	17:19	9139	17:30	2	1	1	9132	17:24	2542	17:39	1	2	1
9141	17:56	9141	18:00	1	1	0	9134	17:54	9134	17:57	1	1	0
2551	18:19	9143	18:30	2	1	1	9136	18:24	2546	18:39	1	2	1
9145	18:56	9145	19:00	1	1	0	9138	18:54	-	1	0	1	
2555	19:19	9149	19:50	2	1	1	9140	19:24	-	1	0	1	
-	9151	20:50	0	1	1	9142	19:54	-	1	0	1		
-	9153	21:50	0	1	1	9144	20:36	-	1	0	1		
-	9155	22:50	0	1	1	9146	21:36	-	1	0	1		
Součet nesouladů:					18	9148	22:36	-	1	0	1		
						9150	23:36	-	1	0	1		
Součet nesouladů:										22			

Zdroj: autor

Tabulka 25 – Nesoulady mezi spoji ve variantě D9 – X

Směr D9 - X					Směr X - D9						
Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů	Spoje linek			Počet EMJ		Počet nesouladů
D9	X		D9	X		X	D9		X	D9	
2502	5:39	-	1	0	1	-	9109	6:53	0	1	1
2506	6:39	-	2	0	2	-	2517	7:43	0	1	1
9102	6:57	-	1	0	1	-	9113	7:53	0	1	1
2510	7:39	-	2	0	2	-	2535	14:19	0	2	2
9106	7:57	-	1	0	1	-	2539	15:19	0	2	2
2514	8:39	-	2	0	2	-	9133	15:56	0	1	1
2530	14:39	-	1	0	1	-	2543	16:19	0	2	2
2534	15:39	-	1	0	1	-	9137	16:56	0	1	1
9126	15:57	-	1	0	1	-	2547	17:19	0	2	2
2538	16:39	-	2	0	2	-	9141	17:56	0	1	1
9130	16:57	-	1	0	1	-	2551	18:19	0	2	2
2542	17:39	-	2	0	2	-	9145	18:56	0	1	1
9134	17:57	-	1	0	1	-	2555	19:19	0	2	2
2546	18:39	-	2	0	2	Součet nesouladů:				19	
Součet nesouladů:					20						

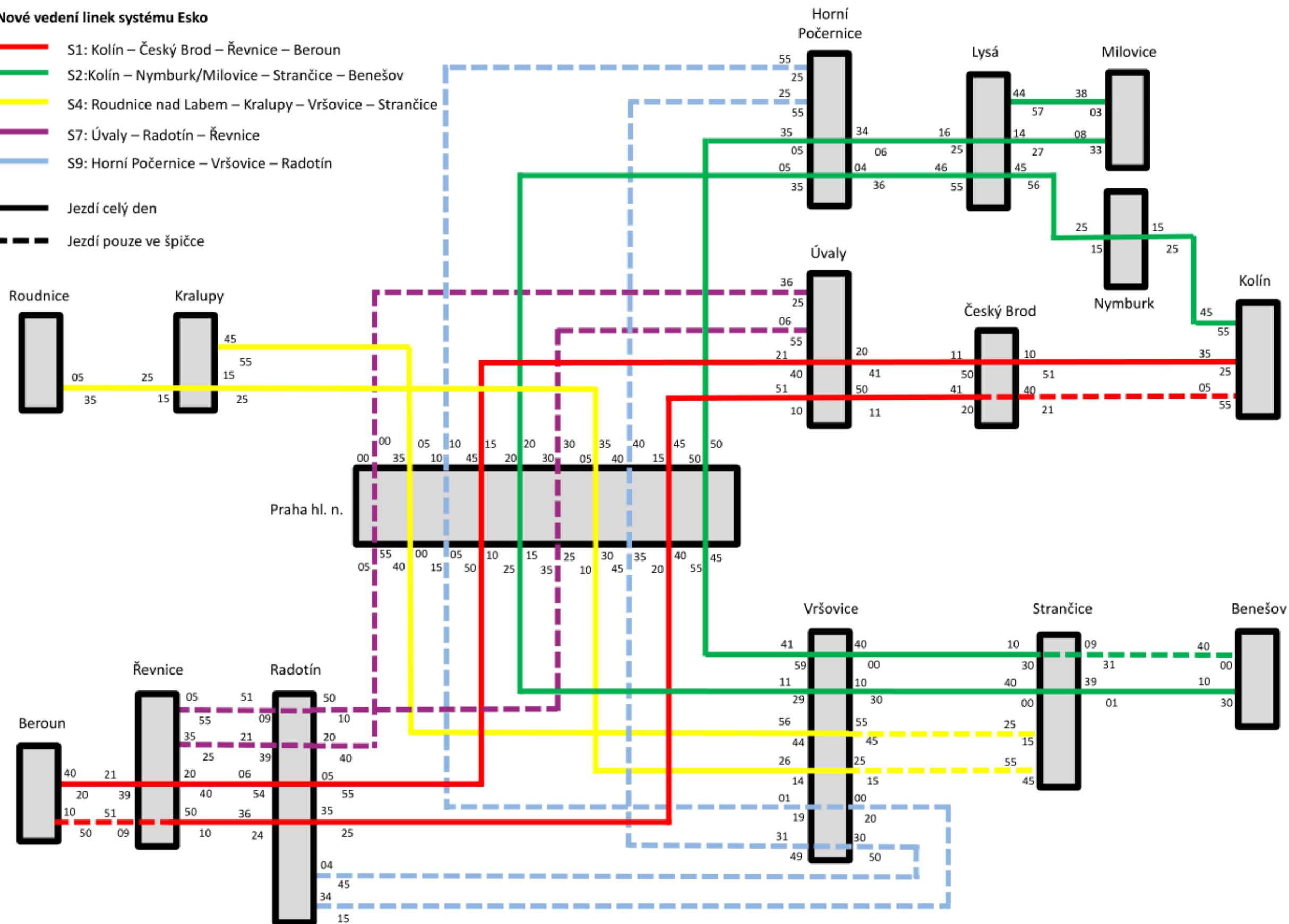
Zdroj: autor

Příloha B: Síťový graf navrženého vedení linek

**Nové vedení linek systému Esko**

- S1: Kolín – Český Brod – Řevnice – Beroun
- S2: Kolín – Nymburk/Milovice – Strančice – Benešov
- S4: Roudnice nad Labem – Kralupy – Vršovice – Strančice
- S7: Úvaly – Radotín – Řevnice
- - - S9: Horní Počernice – Vršovice – Radotín

- Jezdí celý den
- Jezdí pouze ve špičce



Zdroj: autor