

**České vysoké učení technické v Praze
Fakulta dopravní**

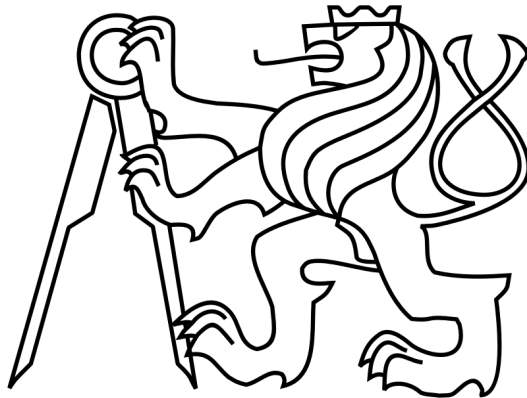
DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Bc. Martin KOUDELKA

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta dopravní



Bc. Martin KOUDELKA

Prověření modernizace stanice Brno hl. n. ve stávající poloze

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.

2015



K612..... Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Martin Koudelka

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Prověření modernizace stanice Brno hl. n. ve stávající poloze**

Název tématu (anglicky): Verification of Brno hl.n. Railway Station Modernization in Its Current Location

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Navrhněte modernizaci žst. Brno hl. n., která je i výhledově zůstane klíčovou osobní žel. stanicí v ČR. Uvažujte výhledový rozsah provozu a jeho rozložení v žel. uzlu Brno podle studie "Dopracování variant řešení žel. uzlu Brno" (IKP CE, 2014) a jejích aktualizací.
- Prověřte, zda pro kolejiště stanice a zařízení pro osobní přepravu budou dostačující stávající drážní (a příp. jiné veřejné) pozemky, ev. parcely, na nichž nebude nutná demolice nedrážních staveb. Dodržte podmínky bezpečnosti žel. provozu a komfortního a bezbariérového přístupu cestujících do/z vlaků. Řešte svůj návrh z hlediska návrhu GPK, konstrukce žel. svršku a nástupišť a přístupu k nim; doporučte případné použití nestandardních konstrukcí a parametrů pro dosažení cíle práce.
- V případě, že se podaří navrhnout rekonstrukci tak, že splní výše uvedené podmínky, doložte dostatečnou kapacitu kolejiště (z hlediska jeho topografie) a nástupních hran pro výhledový rozsah provozu. Jestliže se nepodaří navrhnout takové řešení, které vyhoví výše uvedeným omezením, toto tvrzení doložte negativním průkazem.

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce


Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: ČSN 73 4959. Nástupiště a nástupištní přístřešky na drahách celostátních, regionálních a vlečkách. Praha: ÚNMZ, 2009.
ČSN 73 6360-1. Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 1 - projektování. Praha: ÚNMZ, 2008.

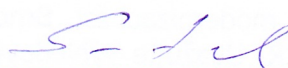
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **25. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)


Datum odevzdání diplomové práce: **31. května 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů




prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


Bc. Martin Koudelka
jméno a podpis studenta

V Praze dne25. června 2014

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. Ing. Lukáši Týfovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k vypracování této diplomové práce. Za bezproblémové poskytnutí potřebných podkladů dále děkuji ochotným zaměstnancům Magistrátu města Brna a Správy železniční dopravní cesty, s. o. Za podporu nejen při psaní této diplomové práce, ale i během celého studia děkuji svým rodičům a celé rodině.

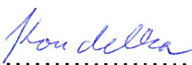
Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou k ukončení studia na ČVUT v Praze, Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 31. května 2015


.....
podpis

Jméno a příjmení autora: Bc. Martin Koudelka
Název tématu (česky): Prověření modernizace stanice Brno hl. n. ve stávající poloze
Název tématu (anglicky): Verification of Brno hl. n. Railway Station Modernization in Its Current Location
Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích
Studijní obor: Dopravní systémy a technika
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
Rok obhajoby: 2015

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je návrh modernizace železniční stanice Brno hl. n. v její současné poloze v centrální části města. V maximální možné míře je uplatňována zásada využití pouze stávajících drážních pozemků, a to i za cenu použití minimálních či maximálních přípustných návrhových parametrů železniční infrastruktury nebo atypických technických řešení. Navržené uspořádání kolejíště stanice je podrobena zjednodušenému kapacitnímu posouzení na výhledový rozsah železničního provozu podle studie „Dopracování variant řešení železničního uzlu Brno“ (IKP CE, s.r.o., 2014). Na základě výsledků kapacitního posouzení jsou navrženy dodatečné úpravy technického řešení.

Abstract

The aim of this diploma thesis is to design a modernization of Brno main railway station in its current location in the central part of the city. The track alignment design is drawn up with maximum effort to keep the proposed tracks and complementary facilities within the plots that are currently owned by the Czech Railway Administration or the Czech Republic. To achieve this the highest or lowest acceptable technical parameters or non-standard technical solutions are used. The operational capacity of the proposed track topology is tested by a simplified capacity evaluation method. The scope of the expected railway traffic is based on the study “Dopracování variant řešení železničního uzlu Brno“ (The Finalization of Brno Railway Hub Solution in Two Options) provided by IKP CE, s.r.o. in 2014. Additional adjustments to the technical solution are suggested after the results of the capacity evaluation are known.

Klíčová slova

železniční uzel Brno, návrh geometrické polohy koleje ve stísněných prostorových podmínkách města, kapacita staničních zhlaví, kapacita staničních kolejí

Key Words

Brno railway hub, track alignment design in constricted urban conditions, station throat and station track capacity

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| OBSAH | 5 |
| 1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 6 |
| 2 ÚVOD | 7 |
| 3 HISTORICKÝ VÝVOJ ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO | 9 |
| 4 STÁVAJÍCÍ STANICE BRNO HL. N. | 12 |
| 5 IDEOVÝ ZÁMĚR MODERNIZACE ŽUB | 15 |
| 6 KONCEPCE TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ | 18 |
| 7 POSTUP A POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ | 19 |
| 7.1 Kartografické podklady a geodetická zaměření | 19 |
| 7.2 Určení prostorových okrajových podmínek návrhu | 19 |
| 7.3 Nejvíce omezující příčný profil | 20 |
| 7.4 Šířkové uspořádání prvků nejužšího nástupiště..... | 21 |
| 7.5 Geometrická poloha kolejí | 22 |
| 7.5.1 Severní zhlaví stanice..... | 23 |
| 7.5.2 Jižní zhlaví stanice..... | 27 |
| 7.5.3 Staniční koleje v prostoru nástupišť | 29 |
| 7.6 Nástupiště a přístup na ně..... | 32 |
| 7.7 Podchody | 36 |
| 7.8 Staniční zabezpečovací zařízení | 40 |
| 8 KAPACITNÍ POSOUZENÍ | 42 |
| 8.1 Metodika posouzení | 42 |
| 8.2 Dopravně-technologické předpoklady..... | 43 |
| 8.2.1 Doba obsazení příjezdem vlaku..... | 44 |
| 8.2.2 Doba obsazení odjezdem vlaku | 45 |
| 8.3 Střednědobý výhled, rok 2025 | 46 |
| 8.4 Dlouhodobý výhled, rok 2040 | 50 |
| 9 DOPORUČENÉ ÚPRAVY IDEOVÉHO ZÁMĚRU | 56 |
| 10 ZÁVĚR | 60 |
| 11 POUŽITÉ ZDORJE | 63 |
| 12 SEZNAM OBRÁZKŮ | 65 |
| 13 SEZNAM TABULEK | 65 |
| 14 SEZNAM PŘÍLOH | 66 |

1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|-----------|---|
| ASVC | automatické stavění vlakových cest |
| BRE | Brněnsko-rosická dráha |
| č. | číslo |
| ČD | České dráhy, akciová společnost |
| ČSN | Česká technická norma |
| ČUZK | Český úřad zeměměřičský a katastrální |
| DB | Deutsche Bahn Aktiengesellschaft |
| DKV | depo kolejových vozidel |
| ETCS L2 | European Train Control System Level 2 |
| EU | Evropská unie |
| Ex | linka dálkové železniční dopravy, expresní segment |
| hl. n. | hlavní nádraží |
| JMK | Jihomoravský kraj |
| KFNB | Kaiser Ferdinands-Nordbahn = Severní dráha císaře Ferdinanda |
| MDČR | Ministerstvo dopravy České republiky |
| NStB | Nördliche Staatsbahn = Severní státní dráha |
| odb. | odbočka (dopravná s kolejovým rozvětvením) |
| os. n. | osobní nádraží |
| ÖBB | Österreichische Bundesbahnen Aktiengesellschaft |
| ÖNWB | Österreichische Nordwestbahn = Rakouská severozápadní dráha |
| PHS | pohyblivý hrot srdcovky |
| R | linka dálkové železniční dopravy, rychlý segment |
| R IDS JMK | linka regionální železniční dopravy, rychlý segment |
| RS | rychlé spojení |
| S | linka regionální železniční dopravy, pomalý segment |
| SBB | Schweizerische Bundesbahnen Aktiengesellschaft |
| SJKD | severojižní kolejový diametr |
| st. hr. | státní hranice |
| StEG | Staatseisenbahn Gesellschaft = Rakouská společnost státní dráhy |
| SŽDC | Správa železniční dopravní cesty, státní organizace |
| SŽG | Správa železniční geodézie, SŽDC |
| TEN-T | Trans-European Transport Networks |
| VB | výpravní budova |
| VRT | vysokorychlostní trať |
| výh. | výhybka nebo výhybková konstrukce |
| vz. | vzor |
| žst. | železniční stanice |
| ŽUB | železniční uzel Brno |

2 ÚVOD

Na téma železničního uzlu Brno bylo v posledních desetiletích v souvislosti s jeho nutnou modernizací vypracováno už mnoho odborných prací a publikováno nespočetné množství mediálních příspěvků. S nadsázkou lze říci, že není týdne, kdy by se neobjevila nová zpráva týkající se brněnského hlavního nádraží. Téma rekonstrukce či přestavby železničního uzlu Brno (ŽUB) silně rezonuje odbornou i laickou veřejností a už dávno se stalo také tématem vrcholně politickým. Intenzivní veřejná diskuze je u stavby takového významu zcela přirozená a nevyhnutelná. V zásadě v ní zaznívají názory a argumenty tří stran.

Obyvatelé města a regionu požadují, aby nové nádraží zůstalo bezproblémově dostupné v centrální části města, zároveň však, aby ve městě netvořilo nepřekonatelnou bariéru. Dále aby nádraží dostalo reprezentativní a architektonicky hodnotnou podobu respektující kontext okolního městského prostředí a aby společně s přednádražním prostorem utvářelo důstojný vstup do města.

Správce infrastruktury, dopravci, objednatelé železniční dopravy a další představitelé odborné sféry si od nového nádraží slibují především podstatné navýšení jeho kapacity. Navýšení kapacity nejenže zaručí připravenost uzlu na rostoucí objem osobní dopravy v budoucnosti, ale také konečně umožní odblokovat realizaci záměrů, které jsou na výsledné podobě brněnského hlavního nádraží přímo závislé (například tratí RS). Kromě kapacitních problémů je nezbytně nutné odstranit technicky a humánně už dávno nevyhovující stav zařízení pro osobní dopravu (nástupišť, podchodů), vlastního kolejistiště a výpravní budovy.

Veřejný investor jako správný hospodář a žadatel o dotační podporu z EU požaduje co možná nejekonomičtější a nejefektivnější technické řešení. V tomto smyslu nejde jen o finanční náročnost vlastní rekonstrukce (výstavby), ale také o maximální snahu o využití jen stávajících drážních (případně veřejných) pozemků. Zábor soukromých pozemků v centru města je z finančního, právního i časového hlediska pro investora velmi náročný, zvláště pokud se při vykupování pozemků projeví různé osobní a spekulativní zájmy.

Je zřejmé, že návrh odrážející uvedené často protichůdné požadavky musí být založen na velmi důkladném provozně-technologickém posouzení a jemu na míru ušitém technickém řešení. Modernizace ŽUB je oficiálně navržena ve dvou prezentovaných variantách.

Varianta modernizace ŽUB známá pod názvem „Řeka“ (míněno Svratka) počítá se zrušením hlavního nádraží ve stávající poloze a jeho přesunem do polohy stávající žst. Brno dolní nádraží.

Varianta modernizace ŽUB známá pod názvem „Petrov“ počítá se zachováním hlavního nádraží zhruba ve stávající poloze a jeho doplněním o podzemní část určenou pro tratě RS.

Varianta „Řeka“ nabízí oproti variantě „Petrov“ následující výhody:

- celkové zjednodušení vedení železničních tratí územím města,
- možnost návrhu velkorysého a technicky jednoduššího řešení stanice díky méně stísněným prostorovým podmínkám v prostoru dolního nádraží,
- možnost zaústění trati RS od Prahy do stanice z jihu a od Ostravy ze severu bez nutnosti budovat tunely pod městem,
- možnost ponechat stávající nádraží v provozu v průběhu výstavby nového nádraží,
- vysoký stupeň pokročilosti projektové a územní přípravy.

Varianta „Petrov“ nabízí oproti variantě „Řeka“ následující výhody:

- zachování stanice v současné poloze s dobrou dostupností centra města,
- zachováním centrální polohy stanice bude v daleko menší míře generována „nová doprava“ po městě,
- zachování od osobní dopravy odděleného vedení nákladního průtahu.

Vedle dvou oficiálních návrhů existuje v rovině ideového záměru (koncepčního návrhu) ještě třetí varianta řešení. Autorem této varianty je Ing. Zdeněk Procházka. Ideový záměr pracuje s umístěním nového hlavního nádraží do polohy současného nádraží, avšak v podobě odlišné od varianty „Petrov“. Koncepce stanice se snaží striktně dodržet požadavek na využití jen drážních (výjimečně veřejných) pozemků i za cenu použití nestandardních technických řešení a minimálních nebo maximálních přípustných návrhových parametrů. Protože Ing. Procházka profesně není projektantem železničních staveb, realizovatelnost jeho ideového záměru v podobě konkrétního geometrického řešení kolejíště a nástupišť doposud nebyla nikým prověřena. Právě tento úkol je zadán ke zpracování v první části této diplomové práce. Druhým zadaným úkolem je prověřit, zda navržené konkrétní geometrické řešení bude schopno odbavit výhledový rozsah dopravy. Výsledkem práce by tedy mělo být stanovisko, zda je návrh dle ideového záměru nejen technicky proveditelný, ale i provozně funkční.

Autor diplomové práce se v zájmu zachování nezájatosti a neovlivnění podobou předchozích návrhů rozhodl, že geometrické řešení varianty „Petrov“ ani „Řeka“ nebude podrobně studovat do doby, než bude diplomová práce hotová. Geometrické řešení kolejíště stanice včetně určení budoucí směrovosti tratí do ní vstupujících tak bylo provedeno pouze na základě materiálů ideového záměru nebo vlastního úsudku autora.

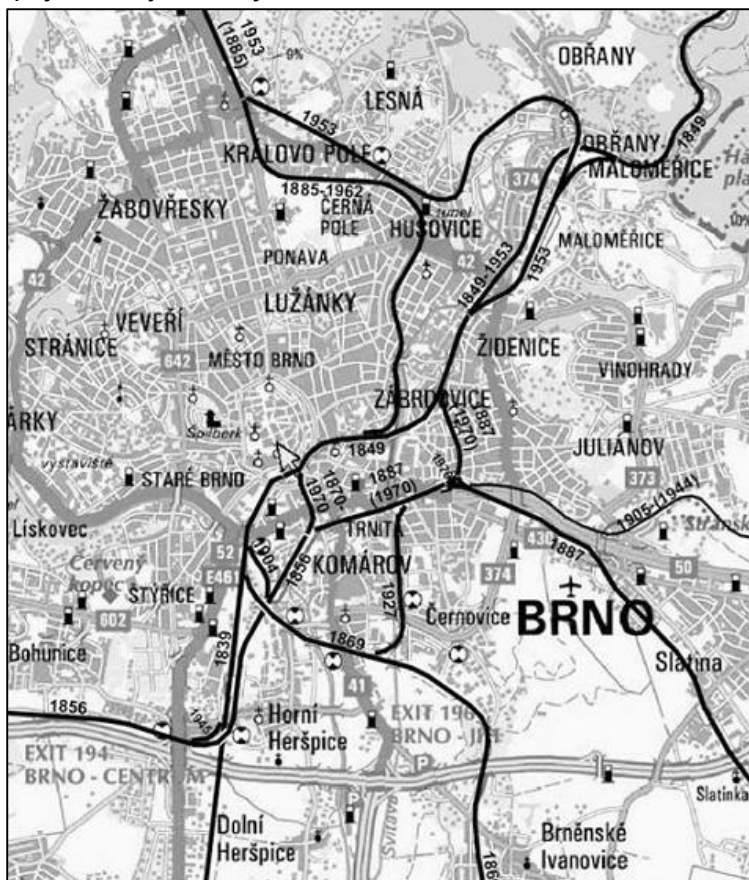
3 HISTORICKÝ VÝVOJ ŽELEZNIČNÍHO UZLU BRNO

Vedení tratí, traťových spojek a vlečkových kolejí na území města Brna je na první pohled velmi nepřehledné. Železniční tratě neprotínají město přímočaře, naopak se městem složitě proplétají. V centrální části uzlu jsou hlavní tratě vedeny na historických náspech a mostních objektech nad úrovní okolního terénu (uliční úrovní). K mimoúrovňovému křížení drah dochází velmi často bez vzájemného přímého propojení. Složitě uspořádání ŽUB je výsledkem dlouhého historického vývoje, v jehož průběhu zásadní roli sehrál zejména tvrdý konkurenční boj drážních společností, které nebyly nakloněny přílišnému sdílení společné drážní infrastruktury.

Jako první byla do Brna roku 1839 přivedena odbočná větev Severní dráhy císaře Ferdinanda (KFNB). Koncové (hlavové) nádraží odbočné větve Břeclav – Brno bylo umístěno v současné poloze brněnského hlavního nádraží. Výpravní budova byla postavena kolmo na kusé koleje (v jejich pokračování). Roku 1849 byla Severní státní dráhou (NStB) zprovozněna trať Brno – Česká Třebová. Trať byla v Brně zakončena hlavovým nádražím v bezprostřední blízkosti stanice KFNB. Vzniklo tak brněnské hlavní „dvojnádraží“ se dvěma hlavovými konci kolejišť umístěnými proti sobě, dvěma výpravními budovami a jedním společným vestibulem. V této podobě vydrželo až do roku 1898, kdy konečně došlo k propojení kusých kolejí.

Roku 1856 byla do Brna přivedena trať z Božího Požehnutí (Zastávky u Brna), jejímž provozovatelem byla společnost Brněnsko-rosická dráha (BRE). Právě tato dráha dala vznik Rosickému nádraží (dnes nazývaného Brno dolní nádraží), do jehož prostoru je navrženo přemístění současného hlavního nádraží z centra.

Z důvodu zachování přehlednosti je složitý historický vývoj ŽUB uceleně zachycen v tabulkách 1 a 2. Na obrázku 1 jsou u jednotlivých tratí a spojek uvedeny roky jejich zprovoznění a případně i zrušení.



Obrázek 1. Historický vývoj ŽUB, zdroj: [10]

Tabulka 1. Historický vývoj ŽUB, 1. část, zdroj: [10, 12, 18]

| rok významné události | provozovatel dráhy / drážní dopravy | událost / popis nově zprovozněných úseků / popis rušených úseků / historické souvislosti |
|--------------------------------------|--|---|
| 1839 | KFNB | trať Vídeň - Břeclav - Krakow / Brno nové hlavní nádraží (část KFNB) |
| 1849 | NStB | trať Brno - Česká Třebová (napojení na dráhu Olomouc - Praha z roku 1845, rovněž NStB) nové hlavní nádraží (část NStB) |
| 1855 | NStB => StEG | převod NStB na StEG |
| 1856 | BRE | trať Boží Požehání (Zastávka u Brna) - Brno (uhlí) nové Rosické nádraží |
| 1869 | MSNB (KFNB) | trať Brno - Chrlice - Nezamyslice - Přerov / Olomouc - Šternberk |
| 1870 | StEG | spojka hlavní (StEG) nádraží - Rosické nádraží (StEG, pronájem a později odkoupení od BRE) předpoklad pro zavedení spojení Vídeň - Střelice - Brno - Česká Třebová - Praha - Děčín (konkurence pro KFNB a ÖNWB) |
| 1873 | - | krach na vídeňské burze, dočasný útlum budování železnic |
| 1885 | StEG | místní dráha Brno (hlavní, část StEG) - Tišnov (kolem Svitavy, přes Zábrdovice a Husovice) |
| 1887 | StEG | trať Brno (Rosické nádraží) - Veselí nad Moravou - Vlářský průmysk - Trenčín (součást Českomoravské transverzální dráhy Domažlice - Trenčín) spojka Rosické nádraží - Židenice |
| 1890 | StEG | spojka Rosické nádraží - Královo Pole (pokračování místní dráhy z roku 1855 kolem Svitavy k Rosickému nádraží) |
| 1898 | státní | hlavní nádraží určeno centrálním osobním, Rosické přejmenováno na dolní nádraží a určeno pro nákladní dopravu propojení dvou hlavních částí hlavního n. (KFNB+StEG) do průjezdného nádraží |

Tabulka 2. Historický vývoj ŽUB, 2. část, zdroj: [10, 12, 18]

| rok významné události | provozovatel dráhy / drážní dopravy | událost / popis nově zprovozněných úseků / popis rušených úseků / historické souvislosti |
|--------------------------------------|--|---|
| 1904 | státní | přestavba výpravní budovy hlavního nádraží, nová nástupiště 1-4, podchod |
| | státní | spojka Střelice - hlavní nádraží (po břehu Svatky) |
| 1905 | státní | místní dráha Černovice - Líšeň, do ŽUB nezapojena, od 1944 tramvajová dráha |
| | státní | spojka Slatina - Židenice (dotvoření trianglu) |
| 1906 | KFNB => státní | zestátnění KFNB |
| 1909 | StEG => státní | zestátnění StEG |
| 1918 | - | vznik Československa |
| od 20. let 20. stol | | úvahy o přemístění hl. n., nedostatek kapacity, dostavba nástupišť 5 a 6 |
| 1927 | státní | spojka hlavní nádraží - Černovice |
| 1945 | státní | spojka Střelice - Horní Heršpice, náhrada spojky po břehu Svatky z roku 1904 |
| 1953 | státní | žst. Brno-Maloměřice |
| | státní | trať Brno - Havlíčkův Brod (zábor trati Brno - Česká Třebová - Praha na území Sudet) - výstavba od 1939 |
| | | trať Brno - Česká Třebová z roku 1849 v úsek Židenice - Maloměřice přeložena do společného koridoru s tratí Brno - Havlíčkův Brod |
| 1962 | státní | zrušení spojky hl. n. / dolní n. - Královo Pole kolem Svítavy z let 1885 a 1890 |
| 1970 | státní | nákladní průtah H. Heršpice - dolní n. - Černovice - Židenice |
| | státní | zrušení spojky hlavní nádraží - dolní nádraží z roku 1870 |
| 2010 | státní | přeložení nákladního průtahu mimo H. Heršpice + 1. část nového odstavného nádraží |

4 STÁVAJÍCÍ STANICE BRNO HL. N.

Železniční stanice Brno hl. n. je významnou uzlovou stanicí české železniční sítě. Stanicí procházejí nebo do ní ústí tratě č. (číslování podle knižního jízdního řádu 2014/2015):

- 240 Brno – Jihlava, jednokolejná,
- 244 Brno – Hrušovany nad Jevišovkou, jednokolejná,
- 250 (Praha –) Havlíčkův Brod – Brno – Kúty, dvoukolejná,
- 260 (Praha –) Česká Třebová – Brno, dvoukolejná,
- 300 Brno – Přerov (– Bohumín), jednokolejná,
- 340 Brno – Uherské Hradiště, jednokolejná.

Všechny uvedené tratě kromě tratě č. 244 spadají do kategorie celostátních drah. Všechny uvedené tratě kromě tratí č. 240 a 244 jsou zařazené do sítě TEN-T.

Stanice leží v km 143,496 celostátní dráhy Lanžhot st. hr. – Brno hl. n. Toto staničení odpovídá km 0,000 celostátních drah Brno hl. n. – Holubice a Brno hl. n. – Přerov os. n. Poloha km 143,765 celostátní dráhy Lanžhot st. hr. – Brno hl. n. odpovídá km 156,029 celostátní dráhy Brno hl. n. – Kutná Hora hl. n.

Stanice se z hlediska dopravního provozu dělí na dva obvody: osobní nádraží a přednádraží. Do stanice je zaústěno technologické kolejiště DKV Brno a účelové kolejiště SŽDC. Ve stanici se nachází ruční točna.

Ve stanici je 17 dopravních kolejí (13 průjezdných a 4 kusé), 62 manipulačních kolejí, 3 odvrtné koleje a 1 kolej vedoucí k točně. Dopravní koleje jsou popsány v tabulce 4. Nástupiště jsou popsána v tabulce 3. Technický stav nástupišť dlouhodobě neodpovídá normativním, bezpečnostním ani lidským standardům dnešní doby.

Tabulka 3. Stávající nástupiště, zdroj: [08]

| číslo | délka [m] | zastřešení [m] | u koleje č. | druh | přístup |
|-------|--------------|-------------------|-------------|----------|-------------------------------------|
| 1 | 380 | 200 | 1 | vnější | od VB |
| 2 | 316 | 200 | 2, 3 | ostrovní | podchodem |
| 3 | 287 | 200 | 4, 5 | ostrovní | |
| 4 | 342 | 200 | 6, 6a | vnější | |
| 5 | 288 | 120 | 5k, 9k | jazykové | úrovňovým přechodem v km 143,285 |
| 6 | 280 | 120 | 11k, 13k | jazykové | |

Tabulka 4. Stávající dopravní koleje, zdroj: [08]

| kolej č. | už. délka [m] | mezi | přednostní účel a poznámky |
|----------|---------------|-----------------------------|--|
| 1 | 356 | Sc1-L1 | hlavní, vjezd, odjezd, průjezd, od km 143.079 rychlost 30 km/h, směr Brno-Horní Heršpice jen po 1. a 2. TK |
| 2 | 334 | Sc2-L2 | |
| 4 | 305 | Sc4-L4 | |
| 3 | 330 | Sc3-L3 | vjezd, odjezd, průjezd, od km 143.079 rychlost 30 km/h, směr Brno-Horní Heršpice jen po 1. a 2. TK |
| 5 | 264 | Sc5-Lc5 | |
| 6 | 256 | Sc6-Lc6 | |
| 5k | 458 | Sc5k-Lc5k | hlavní, vjezd, odjezd, rychlost 30 km/h, směr Brno-Horní Heršpice po 1. a 3. TK |
| 9k | 314 | Sc9k-Lc9k | vjezd, odjezd, rychlost 30 km/h, směr Brno-Horní Heršpice po 1. a 3. TK |
| 11k | 274 | Sc11k-Lc11k | |
| 13k | 266 | Sc13k-Lc13k | |
| 1a | 266 | Sc1a-Lc1a | hlavní, vjezd, odjezd, průjezd, směr Brno-Horní Heršpice po 1.TK |
| 1b | 291 | S1b-Se43 | |
| 2a | 222 | S2a-Lc2a | hlavní, vjezd, odjezd, průjezd, směr Brno-Černovice/Chrlice po 2.TK |
| 3b | 158 | S3b- nám.v.č.31 | hlavní, vjezd, odjezd, průjezd, směr Brno-Horní Heršpice po 3.TK |
| 3c | 338 | 3L-Lc3c | |
| 4a | 388 | S4a-Lc4a | hlavní, vjezd, odjezd, průjezd, směr Brno-Černovice/Chrlice |
| 6a | 35 | nám.v.č.203- nám.v.č.211 | vjezd, odjezd, průjezd, směr Brno-Židenice po 2.TK |

Z tabulek 3 a 4 je zřejmé, že počet stávajících dopravních kolejí, jejich užitečné délky a délky nástupních hran nejsou pro přílišné navyšování rozsahu provozu dostačující. Ani jedna z nástupních hran není dlouhá alespoň 400 m pro odbavení vlaku mezinárodní dopravy. Odjezd ze skupiny kusých kolejí 5k-13k ve směru do Brna-Horních Heršpic je možný po traťových kolejích č. 1 a 3. Odjezd ze skupiny průjezdných kolejí je ve směru do Brna-Horních Heršpic umožněn jen po traťových kolejích č. 1 a 2. V prostoru nástupišť je povolena rychlost 30 km/h. Všechny tyto skutečnosti ilustrují, v čem spočívají kapacitní problémy současného hlavního nádraží.

Pod kolejištěm příčně prostupují celkem 4 podchody. Dva z těchto podchodů jsou drážní (v km 143,416 a km 143,496) a je z nich přístup na nástupiště (schodišti a výtahy). Drážní podchody nejsou průchozí do prostoru za kolejištěm (směr Zvonařka). V případě prvního podchodu (ve směru staničení) průchodu brání zděná příčka, v případě druhého podchodu průchodu brání uzamčené dveře (2x). Druhé dva podchody jsou městské, není z nich přímý přístup na nástupiště

a jsou průchozí do prostoru za kolejištěm (směr Zvonařka). Popsaná situace je dlouhodobě velmi neuspokojivá, nepřehledná a cestující od využívání železniční dopravy spíše odrazuje (hlavní proud lidí využívá široký městský podchod bez přístupu na nástupiště v ose pěší trasy: autobusové nádraží Zvonařka – obchodní centrum Vaňkovka – obchodní dům Tesco – žst. Brno hl. n. – zastávky MHD v prostoru přednádraží). Úroveň přívětivosti všech podchodů je obecně velmi nízká, vstup do užšího městského podchodu (zvaného právem „myší díra“) vyžaduje notnou dávku odvahy.

Staniční zabezpečovací zařízení je 2. kategorie – elektromechanické s řídicím přístrojem vz. 5007 a závislými stavědly. Dopravně významné výhybkové konstrukce jsou vybaveny elektrickými přestavníky s kontrolou jazyků. Ve stanici jsou zavedeny kolejové obvody a rychlostní návěštní soustava.

Traťové zabezpečovací zařízení v přilehlých mezistaničních úsecích:

- Brno hl. n. – Brno-Horní Heršpice, Brno hl. n. – Brno-Chrlice, Brno hl. n. – odb. Brno-Černovice: 2. kategorie – reléový poloautomatický blok obousměrný,
- Brno hl. n. – Brno-Židenice: 3. kategorie – jednosměrný tříznakový automatický blok s traťovými souhlasly.

Stanice je umístěna částečně na historickém náspu nad úrovní terénu na jihovýchodní straně a částečně v úrovni terénu na severozápadní straně. Na staniční budovu ve směru do centra města navazuje přednádražní prostor se zastávkami městské hromadné dopravy (tramvaje, trolejbusy, autobusy), který se pro svoji nepřívětivost, bariérovost a nepřehlednost pravidelně stává terčem kritiky architektů, urbanistů, dopravních odborníků i veřejnosti.

Zatímco prostor nacházející se na severozápad od kolejiště stanice je pokročile urbanizován a až na výjimky dotvořen, prostor nacházející se na jihovýchod od kolejiště stanice je dodnes ponechán z velké většiny prázdný a působí velmi neuspořádaným a neměstským dojmem. Prostoru dominují budovy obchodních domů Tesco a Vaňkovka na severu, dále na jih se podél kolejiště stanice otevírá až nepřírozeně rozlehlá travnatá neudržovaná plocha doplněná několika parkovišti. Na ploše by podle návrhu „Řeka“ v budoucnu mělo vzniknout nové jižní centrum města. Do doby rozhodnutí o podobě hlavního nádraží však tyto plochy s velkou pravděpodobností zůstanou v neutěšené podobě zakonzervovány. Na samostatnou kapitolu vy vydal popis vývoje složitých majetkoprávních vztahů k pozemkům v této lokalitě v průběhu času.

5 IDEOVÝ ZÁMĚR MODERNIZACE ŽUB

Ideový záměr modernizace ŽUB je v diplomové práci převzat z materiálů „Nového návrhu řešení nádraží ve středu města“ [11] vypracovaných Ing. Zdeňkem Procházkou. Vybrané koncepční návrhy obsažené v ideovém záměru jsou v diplomové práci rozpracovány do podoby konkrétního technického (geometrického) řešení a podrobeny kapacitnímu posouzení na výhledové stavy rozsahu provozu.

Diplomová práce z ideového záměru přebírá a do technického řešení zapracovává následující části:

- návrh topologie (uspořádání) kolejiště žst. Brno hl. n. včetně směrového vedení,
- návrh traťové spojky Ponava (Brno hl. n. – Brno-Královo Pole),
- návrh traťové spojky Slatina (Brno hl. n. – Brno-Slatina).

Dvoukolejná traťová spojka Ponava je dle ideového záměru navržena jako tunelová pod územím městských částí Zábřovice, Černá Pole a Ponava. Smyslem spojky je zkrácení délky zaústění trati č. 250 do ŽUB přímým podzemním vedením trati mezi žst. Brno-Královo Pole a Brno hl. n. Díky realizaci spojky by vlaky od/do Tišnova nemusely projíždět přes žst. Brno-Židenice, Brno-Maloměřice a zast. Brno-Lesná, čímž by došlo ke zkrácení cesty o 6 km. V diplomové práci se počítá s umístěním spojky dle varianty B z důvodu snazšího napojení na severní zhlaví žst. Brno hl. n. Ve směru z jihu na sever je spojka podle varianty B vedena následujícím způsobem: Severní zhlaví stanice Brno hl. n. opouští ve směru rovnoběžném s ulicí Koliště na železničním náspu nacházejícím se jižně od budovy Magistrátu města Brna. Ihned po odpojení od kolejí ve směru do žst. Brno-Židenice nová trať spojky prudce klesá, aby ulici Koliště podešla už pod úroveň terénu. Více podrobností k tomuto sklonově i prostorově náročnému úseku je uvedeno v kapitole 7.5.1.2. Za úrovní ulice Koliště trať pokračuje severním směrem v ose ulice Ponávka. V rámci délky ulice Ponávka a jí přilehlého parkoviště se trať dostává do dostatečné



Obr. 2. Spojka Ponava, zdroj: [11]

hloubky pod úroveň terénu tak, aby v následujícím úseku pod městem už mohla podcházet pod základy domů. Vedení spojky v podzemním úseku je znázorněno na obrázku 2. Vyústění tunelu na povrch na severní straně je navrženo jižně od mimoúrovňové křižovatky velkého městského okruhu (I/42) a silnice I/43. Nová trať spojky je od severního portálu tunelu vedena v poloze kolejí stávající vlečky teplárny na pozemcích města až do prostoru jižního zhlaví žst. Brno-Královo Pole.

Dvoukolejná traťová spojka Slatina je navržena dle ideového záměru ve variantě mimoúrovňové (maximální, viz str. 22 záměru [11]) na území městských částí Zábřovice a Židenice. Smyslem spojky je umožnění bezúvratového průjezdu vlaků vyjíždějících z hlavního nádraží na sever přímo do žst. Brno-Slatina (mimo žst. Brno-Židenice). Vytvořením tohoto nového spojení bude dosaženo významného odlehčení jižního zhlaví v žst. Brno hl. n. Po kolejích spojky se totiž ve výhledovém stavu předpokládá vedení vlaků vysokorychlostní dopravy ve/ze směru Ostrava po RS 1. Dále jsou ve výhledu po kolejích spojky trasovány vlaky linek směru Vyškov/Bučovice ukončené v Brně hl. n. Jejich vedení ŽUB a koncovou/výchozí stanicí Brno hl. n. je navrženo jako polookružní: Vyškov/Bučovice – Brno-Slatina – Brno-Černovice – (Brno-Komárov) – Brno hl. n. – spojka Slatina – Brno-Slatina – Vyškov/Bučovice. Provázení končících/výchozích vlaků tímto způsobem přispívá k rovnoměrnosti zatížení obou zhlaví, odpovídá průjezdnému charakteru návrhu stanice a směrovému uspořádání staničních kolejí (viz kapitola 6) a v uvedeném směru navíc vlaková cesta úrovnově kříží koleje opačného směru jen jednou (černovický triangl, směr do/od žst. Brno-Slatina – viz obrázek 3), což má další pozitivní dopad na kapacitu celého uzlu.

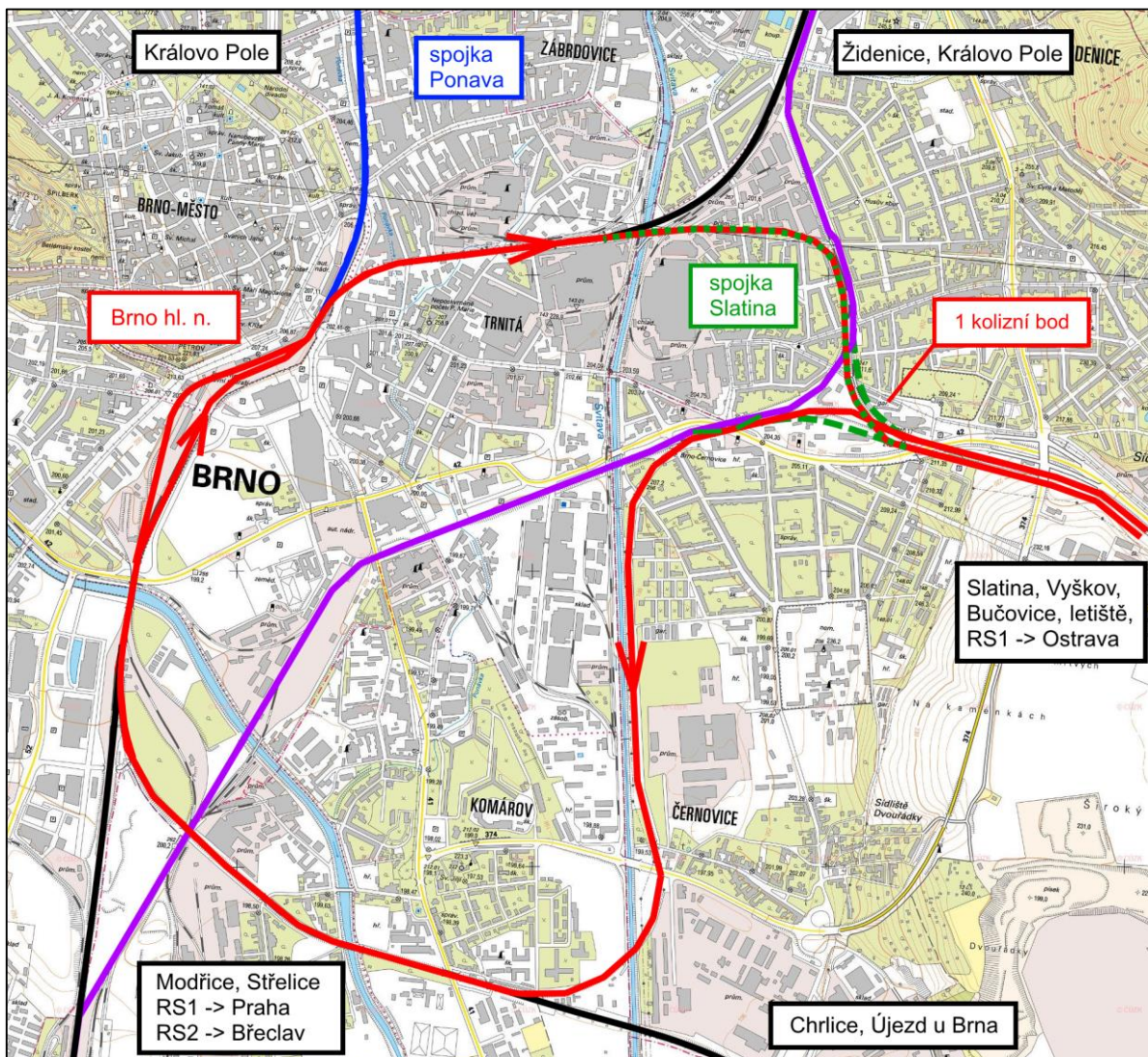
Ve směru od žst. Brno hl. n. do žst. Brno-Slatina je spojka Slatina podle maximální varianty vedena následujícím způsobem: Od trati Brno hl. n. – Brno-Židenice se dvě koleje spojky Slatina úrovnově odpojují v prostoru mostu přes řeku Svitavu a pokračují přímým směrem na východ přes soukromé pozemky s průmyslovými stavbami (demolice nevyhnutelná). Dostávají se do stoupání a v prostoru pozemků (a obytných budov) přilehlých k ulicím Jílkova a Nevrklova se stáčí k jihu do souběhu se stávající dvoukolejnou spojkou Brno-Židenice – Brno-Černovice/Brno-Slatina. Dvě koleje spojky Brno-Židenice – Brno-Černovice nová spojka Slatina překračuje mimoúrovňově na mostním objektu. Uvnitř černovického trianglu začínají dvě koleje spojky Slatina klesat v levém směrovém oblouku a po dosažení výškové úrovně trati Brno-Černovice – Brno-Slatina jsou do této trati úrovnově zaústěny.

Alternativně k ideovému záměru by bylo možné prověřit i polohu, v níž by byla spojka Slatina více vysunuta severním směrem od obytných budov v ulicích Jílkova a Nevrklova do prostoru budov čistě průmyslových. S tím by ovšem zřejmě souviselo zmenšení poloměrů směrových oblouků (nový kolejový triangl Židenice by se zmenšil) a složitější způsob zapojení kolejí spojky Slatina do tratě Brno hl. n. – Brno-Židenice.

Realizace spojek Ponava a Slatina si nevyhnutelně vyžádá zásah do nedrážních pozemků, včetně soukromých. Protože tímto není respektováno zadání diplomové práce, počítá se s oběma spojkami až v rámci návrhu varianty 2 koncepce technického řešení (viz kapitola 6).

Návrhy a myšlenky převzaté do diplomové práce z ideového záměru pana Ing. Procházky jsou uceleně zachyceny na obrázku 3. Schematicky je na něm zakresleno:

- umístění žst. Brno hl. n.,
- umístění obou traťových spojek (Ponava modře, Slatina zeleně),
- vedení linek směru Vyškov/Bučovice končících/začínajících v žst. Brno hl. n. polookružním způsobem (červeně s vyznačením směru s jediným kolizním bodem),
- vedení nákladního průtahu ŽUB (fialově),
- vedení ostatních tratí (černě).



Obrázek 3. Spojky Slatina a Ponava, žst. Brno hl. n., polookružní smyčka s jediným kolizním bodem, ostatní tratě, zdroj: [11, 15]

6 KONCEPCE TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Koncepčně je žst. Brno hl. n. a návazná infrastruktura navržena ve dvou variantách:

Ve variantě 1 je stanice navržena tak, aby splnila požadavek zadání diplomové práce na využití jen drážních, výjimečně veřejných pozemků. Ve variantě 1 se návrh omezuje jen na samotnou stanici Brno hl. n. bez jakýchkoliv dalších návazných traťových úseků, traťových spojek či zaústění VRT. Varianta 1 je proto posouzena na střednědobý výhled rozsahu dopravy (rok 2025) dle studie [05], v němž se ještě nepočítá se zavedením vysokorychlostní dopravy.

Ve variantě 2 je návrh koncipován tak, že samotná stanice Brno hl. n. požadavek zadání diplomové práce na využití jen drážních, výjimečně veřejných pozemků neporušuje, ale návazné stavby (nové traťové spojky) tento požadavek už nerespektují. Ve variantě 2 návrh počítá kromě samotné stanice s realizací spojek Ponava (ve variantě B) a Slatina (v maximální, mimoúrovňové variantě), se zaústěním tratí RS 1 od Prahy a RS 2 od Břeclavi do jižního zhlaví a se zaústěním tratí RS 1 od Ostravy do severního zhlaví (přes spojku Slatina). Varianta 2 je posouzena na dlouhodobý výhled rozsahu dopravy (rok 2040) dle studie [05], v němž se počítá i s vlaky vysokorychlostní dopravy.

Charakter stanice je v obou variantách navržen jako průjezdný se směrově uspořádanými staničními kolejemi. Stanici pomyslně podélně dělí budova Malé Ameriky (podrobněji popsána v kapitole 7.2) umístěná uprostřed kolejiště. Skupina průjezdných kolejí položených východně od ní je přednostního směru na sever, skupina průjezdných kolejí položených západně od ní je přednostního směru na jih. Úvratové vedení vlaků se s ohledem na výhledový rozsah dopravy předpokládá především přes jižní zhlaví, což návrh zohledňuje zřízením co největšího počtu kusých kolejí pro směr od jihu / na jih.

Vzhledem k rozdělení kolejiště budovou Malé Ameriky jsou zavedena dvě staničení.

Hlavní staničení navazuje v km 142,200 na stávající staničení přicházející od žst. Brno-Horní Heršpice. Od tohoto bodu se jeho průběh vztahuje k traťové koleji č. 3 a dále ke staničním kolejím č. 3a a 3b, které sleduje v jejich pokračování přes severní zhlaví až na traťovou kolej č. 1 ve směru do žst. Brno-Židenice. Zjednodušeně lze hlavní staničení přiřadit kolejím ležícím západně od budovy Malé Ameriky.

Vedlejší staničení začíná v km 142,598 hlavního staničení (poloha výměnového styku výhybky č. 22). Od tohoto bodu se jeho průběh vztahuje ke staniční koleji č. 10a a 10b až do km 0,710, který odpovídá km 143,366 hlavního staničení. Zjednodušeně lze vedlejší staničení přiřadit kolejím ležícím východně od budovy Malé Ameriky.

Ve variantě 2 je pro trať nové spojky Ponava zavedeno třetí staničení. Staničení spojky Ponava začíná v km 143,627 hlavního staničení (poloha výměnového styku výhybky č. 62). Od tohoto bodu se jeho průběh vztahuje k traťové koleji č. 2 spojky Ponava.

7 POSTUP A POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

7.1 Kartografické podklady a geodetická zaměření

Vzhledem ke stísněným prostorovým podmínkám městského prostředí, v nichž je návrh hlavního nádraží v diplomové práci vyprojektován, bylo nezbytně nutné získat co možná nejpřesnější zaměření stávajícího stavu železniční infrastruktury i okolního městského prostředí. Stávající stav železniční infrastruktury byl převzat z Digitálního modelu ŽUB ve 2D vypracovaného SŽG Olomouc v roce 2013 [19]. Tento model byl původně vytvořen pro potřeby vypracování předchozích návrhů „Řeka“ a „Petrov“. Stávající stav okolního městského prostředí (polohopis) byl převzat z Účelové mapy polohopisné situace poskytnuté Odborem městské informatiky (pracoviště GIS) Magistrátu města Brna [22]. Zaměření parcel a hranic pozemků (majetkoprávní vztahy) bylo převzato z Katastrální vektorové mapy poskytnuté Odborem městské informatiky (pracoviště GIS) Magistrátu města Brna [20]. Odchyly mezi zaměřením SŽG Olomouc a zaměřeními Magistrátu města Brna jsou minimální.

7.2 Určení prostorových okrajových podmínek návrhu

Z bodu 2 zásad pro vypracování uvedených v zadání diplomové práce plyne povinnost pokusit se v první řadě vypracovat takový návrh kolejíště stanice a zařízení pro osobní dopravu, který nebude překračovat hranice stávajících drážních pozemků (za drážní pozemky jsou pro účely diplomové práce považovány jak pozemky SŽDC, tak ČD). Pouze v případě prostorové nouze, kterou objektivně nelze vyřešit ani koncepčně zcela jiným uspořádáním kolejíště, je povoleno využití ostatních veřejných pozemků, ovšem jen v co nejmenší možné míře. Navržení nových nebo rozšíření stávajících mostních objektů nad veřejnými pozemky je povoleno, nicméně opět jen v objektivně nezbytně nutném rozsahu. Demolice drážních budov je povolena s výjimkou budov památkově chráněných. V obvodu stanice se nacházejí tři památkově chráněné budovy, které jsou pro návrh technického řešení zásadně významné a omezující. První je samotná hlavní nádražní budova se sochařskou a sgrafitovou výzdobou v ulici Nádražní, číslo popisné 418, čísla orientační 1, 3, 5. Druhou je budova pošty v ulici Nádražní, číslo popisné 118, číslo orientační 7. Na seznamu kulturních památek České republiky jsou tyto budovy zapsány od 3. 5. 1958. Třetí je budova tzv. „Malé Ameriky“, číslo popisné 956. Jedná se o původní cihlový sklad z období 18. století, dnes transformovaný na objekt určený pro kulturní využití, nacházející se uvnitř stávajícího kolejíště stanice jižně od mimoúrovňového křížení kolejíště s ulicí Úzkou. Pozemky pod chráněnými budovami jsou drážní. Určení vnějších hranic drážních pozemků a typu vlastnictví pozemků nacházejících se za těmito hranicemi (veřejné nebo soukromé pozemky) bylo

provedeno pomocí aplikace Nahlížení do katastru nemovitostí ČÚZK. S ohledem na § 506 odst. 1 z. č. 89/2012 Sb. (Občanský zákoník) je jako určující chápán typ vlastnictví pozemků, na vlastnictví budovy umístěné na pozemku není brán ohled. Za veřejné pozemky jsou považovány pozemky ve vlastnictví města Brna a městem zřizovaných organizací, Jihomoravského kraje a České republiky.

7.3 Nejvíce omezující příčný profil

V dalším kroku byl na základě omezujících podmínek uvedených v kapitole 7.2 nalezen nejvíce prostorově omezující (nejužší) příčný profil v celém prostoru stanice. Tento profil se nachází v km 143,475 hlavního staničení. Na jedné straně tvoří hranici tohoto profilu zeď chráněné nádražní budovy, na druhé straně hranice drážního a veřejného pozemku. Využitelná šířka profilu je 56,75 m. Tuto prostorovou míru bylo nutno zohlednit v návrhu jako první a posoudit, zda bude možné navrhnout šest, sedm nebo osm průjezdných kolejí s nástupišti v prostoru před nádražní budovou. Při posuzování bylo uvažováno s limitními až minimálními návrhovými šířkovými parametry jednotlivých prvků příčného profilu:

- osová vzdálenost staničních kolejí: 4,75 m,
- vzdálenost mezi hranou nástupiště a osou přilehlé koleje: 1,67 m v přímé / 1,68 m ve směrovém oblouku o poloměru R, když $300 \text{ m} \leq R < 1500 \text{ m}$,
- šířka vnějších nástupišť: 3 m / 2,5 m v případě lokálních zúžení do délky 5 m,
- šířka ostrovních nástupišť: 6,1 m (bez zohlednění intenzit přepravních proudů cestujících).

Sestava těchto prvků v nejužším profilu je uvedena v tabulce 5. Z tabulky je zřejmé, že šířka nejužšího profilu umožňuje vložení dvou vnějších, tří ostrovních nástupišť a celkem osmi průjezdných staničních kolejí.

Tabulka 5. Sestava prvků v nejužším příčném profilu

| prvek příčného profilu | šířka prvku [m] |
|-------------------------------|-----------------|
| vnější nástupiště (I.) | 3,00 (2,50)* |
| hrana nástupiště – osa koleje | 1,67 |
| osová vzdálenost kolejí | 4,75 |
| osa koleje – hrana nástupiště | 1,67 |
| ostrovní nástupiště (II.) | 6,10* |
| hrana nástupiště – osa koleje | 1,67 |

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| osová vzdálenost kolejí | 4,75 |
| osa koleje – hrana nástupiště | 1,67 |
| ostrovni nástupiště (III.) | 6,10* |
| hrana nástupiště – osa koleje | 1,67 |
| osová vzdálenost kolejí | 4,75 |
| osa koleje – hrana nástupiště | 1,67 |
| ostrovni nástupiště (IV.) | 6,10* |
| hrana nástupiště – osa koleje | 1,67 |
| osová vzdálenost kolejí | 4,75 |
| osa koleje – hrana nástupiště | 1,67 |
| vnější nástupiště (V.) | 3,00 (2,50)* |
| celkem minimálně | 56,66 (55,66) |

* Šířku nástupišť je nutné navýšit o hodnotu 0,01 m v případech, kdy nástupištní hrana náleží koleji, která v průběhu kolem nástupištní hrany přechází do oblouku s poloměrem menším než 1500 m a zároveň větším nebo rovným 300 m. V takovém směrovém oblouku se odstup nástupištní hrany od osy koleje zvyšuje na 1,68 m. Vzhledem ke konfiguraci nástupiště a obou přilehlých kolejí k tomuto nástupišti (větší poloměr koleje na vnitřní straně nástupiště, menší poloměr koleje na vnější straně nástupiště, nástupiště se v oblouku rozšiřuje, rozdílné staničení počátků a konců směrových oblouků na vnější a vnitřní straně nástupiště) postačuje rozšíření nástupiště jen o 0,01 m (nikoliv o 0,02 m), protože ke změně odstupu z hodnoty 1,67 m na 1,68 m nedochází ve shodném staničení na obou stranách nástupiště zároveň, ale postupně.

7.4 Šířkové uspořádání prvků nejužšího nástupiště

Už v tomto momentě je nutno pamatovat na zachování bezpečného odstupu pevné překážky umístěné v ploše ostrovniho nástupiště (přístupového schodiště a výtahu) od nástupištní hrany. Hodnota bezpečného odstupu pro překážku o maximální délce 10 m při traťové rychlosti do 160 km/h je 2,0 m. Nejnižší přípustná hodnota pro šířku otvoru přístupového schodiště je 1,6 m. Otvor je nutno ohradit zábradlím, které ale lze uchytit do stěny schodišťové jámy tak, aby nedošlo ke zbytečné ztrátě cenných centimetrů po celé délce otvoru. Užití minimální šířky přístupového schodiště je podmíněno dostatečným počtem navržených schodišť na dané nástupiště – součet šířek by měl minimálně odpovídat šířce nutné k odbavení cestujících dle přílohy A normy [01].

Šířka stěny objektu výtahu, v níž je dveřní otvor, je 2,05 m. Sestava prvků v rámci ostrovního nástupiště je uvedena v tabulce 6. Z tabulky je zřejmé, že minimální šířka ostrovního nástupiště 6,1 m postačuje pro vložení přístupových prvků při zachování bezpečnostních odstupů.

Tabulka 6. Sestava prvků v rámci ostrovního nástupiště

| prvek ostrovního nástupiště | šířka prvku [m] |
|---|------------------------|
| bezpečnostní odstup: hrana – pevná překážka | 2,00 |
| přístupové schodiště / výtah | 1,60 / 2,05 |
| bezpečnostní odstup: pevná překážka – hrana | 2,00 |
| celkem minimálně | 5,60 / 6,05 |

Obecně je vhodnější přístupová schodiště a výtahy situovat do míst, kde se ostrovní nástupiště nachází v oblouku, protože je v těchto místech rozšířené vlivem kombinace většího poloměru oblouku koleje na vnitřní straně nástupiště a menšího poloměru oblouku koleje na vnější straně nástupiště. Přístupové schodiště a výtah je zásadně nutno umisťovat v konfiguraci za sebe do osy ostrovního nástupiště (nikoliv vedle sebe). Pokud to konkrétní prostorové podmínky umožňují, je vzhledem k neblokovaní nástupištní plochy vhodné přístupové schodiště a výtah umístit na čelo nebo za čelo nástupiště při zachování odstupů 3,0 m volného schůdného a manipulačního prostoru mezi překážkou a osou nejbližší koleje.

V případě vnějších nástupišť je záhodno umisťovat přístupové schodiště a výtah na vnější stranu nástupiště (bez nástupní hrany). Pokud je šířka vnějšího nástupiště v místě vložení překážky jen 3,0 m, je nevyhnutelné částečné vysunutí schodiště či výtahu za hranici nástupiště vzhledem k nutnosti dodržení bezpečnostního odstupů 2,0 m.

V případě jednostranných ostrovních nástupišť (případně jednostranných konců oboustranných ostrovních nástupišť) je záhodno umisťovat přístupové schodiště a výtah na stranu bez nástupní hrany s tím, že musí být vymezen a dodržen volný schůdný a manipulační prostor šíře 3,0 m mezi nenástupní nástupištní hranou jednostranného ostrovního nástupiště (respektive překážkou na něm) a nejbližší kolejí za touto hranou.

7.5 Geometrická poloha kolejí

Společně pro všechny varianty je kolejiště stanice navrženo:

- na maximální traťovou rychlost 50 km/h, přičemž oblouky a kolejové spojky, v nichž nebylo možné dosáhnout rychlosti 50 km/h jsou uvedeny jednotlivě v dalším popisu variant,

- bez převýšení a bez přechodnic,
- s maximální náhlou změnou nedostatku převýšení $\Delta l_{\max} = 100 \text{ mm}$,
- s maximálním nedostatkem převýšení $l_{\max} = 100 \text{ mm}$,
- s minimálními poloměry směrových oblouků
 - 295 m pro rychlost do 50 km/h,
 - 190 m pro rychlost do 40 km/h,
- s minimální délkou mezipřímé, kružnicové části oblouku (resp. mezioblouku)
 - v hlavních staničních kolejích $L_{S,\min} = 10 \text{ m}$ dle tabulky 8 normy [04],
 - v ostatních staničních kolejích v závislosti na konkrétní traťové rychlosti a poloměrech oblouků dle tabulek 9, C.3.1, C.4.1 a C.5.1 normy [04].

7.5.1 Severní zhlaví stanice

Severní zhlaví stanice bylo navrženo ve dvou variantách:

- varianta Židenice (pro variantu 1 koncepce technického řešení),
- varianta Židenice + Královo Pole (pro variantu 2 koncepce technického řešení).

7.5.1.1 Varianta Židenice

Návrh v této variantě počítá se zkapacitněním severního zhlaví na nejvyšší možnou úroveň při respektování požadavku na využití jen stávajících drážních pozemků (s jednou výjimkou uvedenou níže). Stopa nového staničení se blíží stopě stávajícího staničení, směrově tedy k zásadním změnám vedení nedochází. Na osm se navyšuje počet kolejí přicházejících ze směru od nástupišť. Počet kolejových spojek se navyšuje na účelné maximum a v účelných směrech, jak je dokladováno v kapitole 8 a přílohách 3.1 a 3.2. Maximální počet výhybkových konstrukcí je umístěn do přímých kolejí, přesto je počet obloukových kolejových spojek značný. Rychlost 50 km/h je omezena na 40 km/h ve všech staničních kolejích v úseku od km 143,510 do km 143,650 (oblouk před staniční budovou za konci nástupních hran), kde bylo použítí poloměrů oblouků větších než 190,000 m (resp. 194,750 m) z důvodu stísněných prostorových podmínek vyloučeno. Vzhledem k tomu, že omezení rychlosti nastává až v bezprostřední blízkosti nástupišť a že všechny vlaky osobní dopravy ve stanici budou vždy zastavovat, není tento rychlostní propad považován za problematický. Rychlostní omezení 40 km/h se týká také obloukové kolejové spojky 69-71, kde je způsobeno odbočením dovnitř oblouku o poloměru 310,000 m poloměrem 219,499 m a následně meziobloukem o poloměru 266,710 m.

Ve směru od severního konce nástupiště do Židenic se zhlaví zužuje takovým způsobem, aby volné drážní pozemky šířkově využilo v co největší a neúčelnější možné míře. V tomto smyslu je omezující zejména příčný profil v km 143,900 hlavního staničení, kde je zhlaví z obou stran úzce sevřeno hranicemi soukromých pozemků. V km 143,866 hlavního staničení dochází ke střetu nejnižší koleje zhlaví (pokračování staniční koleje č. 10) s hranicí soukromého pozemku, která je od osy koleje vzdálena jen 0,5 m, což není pro potřeby zřízení koridoru železniční trati dostačující. Tento střet je pouze lokální, protože soukromý pozemek do jinak souvislé liniové plochy využitelných drážních pozemků pouze lokálně vyčnívá. Při uvažování záboru do 3,0 m od osy kolizní koleje činí zábor soukromé plochy 8,3 m². Kolizní kolej a s ní i všechny ostatní nekolizní koleje se v tomto kolizním úseku budou nacházet nad úrovní terénu na mostní konstrukci, jako je tomu i ve stávajícím stavu. Nová mostní konstrukce však bude oproti té současné rozšířena a zmíněnou plochou záboru tak zakryje soukromý pozemek. Vzhledem k velkému významu a potřebnosti této koleje pro následné kapacitní posouzení (kolej umožňuje odjezd ze skupiny staničních kolejí 8, 10, 12 a paralelní – současný vjezd do skupiny staničních kolejí 6, 4, 2, 3, 5) je tento střet kvalifikován jako přijatelný.

Rozšíření zhlaví vlivem navýšení počtu a délky kolejí ve zhlaví si vyžádá rozšíření mostních objektů přes místní komunikace Nádražní a Koliště, rozšíření západního konce obloukového mostu nad ulicí Vlhkou a rozšíření náspu mezi km 143,900 a km 144,000 hlavního staničení. Předpokládá se rozšíření náspu použitím svislých železobetonových opěrných zdí, které nezasáhnou za hranice drážních pozemků.

7.5.1.2 Varianta Židenice + Královo Pole

Ve variantě Židenice + Královo Pole je do severního zhlaví zaústěna kromě původní dvoukolejné tratě od žst. Brno-Židenice také nová dvoukolejná trať od žst. Brno-Královo Pole (spojka Ponava). Vedení kolejí zhlaví do Židenic odpovídá vedení ve variantě Židenice. Výhybkové konstrukce musely být ovšem oproti variantě Židenice posunuty tak, aby vytvořily prostor pro zapojení spojky Ponava. Výhybkové konstrukce se proto v této variantě nacházejí i v obloucích s poloměry 190,000 m (oblouky před staniční budovou). Do těchto oblouků byly vkládány pouze výhybky se shodným poloměrem v odbočné větvi, k transformacím nedochází. Rychlostní omezení z 50 km/h na 40 km/h se podobně jako u varianty Židenice týká jen oblouků před staniční budovou ve všech staničních kolejích a jedné jednoduché kolejové spojky 79-82 ze stejného důvodu jako ve variantě Židenice.

Nová spojka Ponava je ve směru do Králova Pole převedena přes koleje ve směru do Židenic pomocí atypických kolejových křižovatek. Kolejové křižovatky mají jednak atypický úhel křížení, jednak mají jednu z křížících se kolejí transformovanou do oblouku. V některých případech se

navíc dvě sousední kolejové křižovatky vložené v téže koleji překrývají. Je zřejmé, že takto složité výhybkové konstrukce by musely být vyrobeny na míru tohoto geometrického řešení.

Cílem návrhu zaústění spojky Ponava bylo, aby vlaky směřující do Králova Pole mohly odjíždět ze staničních kolejí 6, 8, 10 a 12 a v opačném směru mohly přijíždět na staniční koleje 5, 3, 2 a 4. S výjimkou koleje 4 bylo tohoto cíle dosaženo. Aby ovšem nebylo nutné vkládat složité obloukové křižovatkové výhybky, byl ve směru do Králova Pole zvolen postup zapojení vždy dvou sousedních staničních kolejí (6 + 8 a 10 + 12) zvláště do jedné koleje spojky Ponava. Tato kolej následně všechny ostatní koleje v oblouku směrem na Židenice překříží přímo pomocí zmíněných atypických kolejových křižovatek. Ve směru od Králova Pole je situace daleko jednodušší, protože vlaky tohoto směru je nutné zaústit jen do skupiny staničních kolejí 5, 3 a 2, které svojí polohou přiléhají k trati spojky Ponava. Jinými slovy nedochází ke křížení kolejí určených opačnému směru. Ve směru od Králova Pole je proto zaústění provedeno jen jednou společnou kolejí, která se v rámci zhlaví postupně rozvětví pomocí standardních výhybkových konstrukcí do staničních kolejí 5, 3 a 2.

Dále je nutné okomentovat technické řešení spojky Ponava v úseku od poslední kolejové křižovatky směrem do žst. Brno-Královo Pole. Ideový záměr konceptu [11] popisuje vedení tratě spojky Ponava novým dvoukolejným tunelem, jehož jižní portál by měl být umístěn takovým způsobem, aby místní komunikaci Koliště trať podešla už pod úroveň terénu. Vzhledem k tomu, že ještě v místě posledního křížení s kolejí do Židenic musí být trať spojky Ponava ve výškové úrovni odpovídající trati ve směru do Židenic, nezbyvá na pokles kolejí spojky Ponava pod ulici Koliště příliš mnoho prostoru. Vzdálenost v ose koleje od bodu posledního křížení kolejnic ve výškové úrovni náspu (a mostu přes Koliště) k obrubníku ulice Koliště je pouhých 270 m. Ulice Koliště je jednou z dopravně nejdůležitějších ulic v centru města – je součástí vnitřního městského okruhu. I přes svůj velký význam je ale velmi šířkově naddimenzována a bylo by možné ji zúžit. Nabízí se také její vychýlení východním směrem na úkor pásu šikmého stání a zrušení chodníku na západní straně. Všechny tyto úpravy uličního prostoru by ke zmíněným 270 m umožnily přidat dalších minimálně 16 m. Výškový rozdíl, který je na vzdálenosti 286 m nutno překonat, činí celkem 10,8 m a je součtem:

- rozdílu výšek terénu 207 m. n. m. – 203 m. n. m. = 4 m (vč. výšky temene kolejnice nad terénem),
- výšky průjezdného průřez Z-GC, vč. nástavce pro elektrizované trati do úrovně polohy pevné troleje = 5,5 m,
- výšky konstrukce pevné troleje = 0,3 m,
- výšky železobetonového ostění tunelu, které zároveň tvoří vozovku ulice Koliště až do polohy, kde trať v tunelu už dostatečně poklesne = 1,0 m.

Vzhledem k přítomnosti výhybek, tunelu a oblouků o minimálních poloměrech 300 m je nutno počítat kromě odporu daného podélným sklonem s dalším měrným traťovým odporem, který byl paušálně stanoven souhrnně na 3 ‰. Maximální podélný sklon byl určen tak, aby součet s ostatními traťovými odpory vycházel 40 ‰, tedy $s_{\max} = 37 \text{ ‰}$.

Parabolické zaoblení výškového oblouku je provedeno v přímé mezi posledním bodem křížení s tratí do Židenic a výhybkou č. k2 současně pro všechny tři koleje spojky Ponava tak, aby mezi kolejemi nebyl výškový rozdíl a bylo možné v průběhu klesání vkládat jednoduché kolejové spojky. Je navržen minimální poloměr zaoblení 1000 m (přípustný pro traťovou rychlost do 80 km/h), vzdálenost od počátku zaoblení ke svislé ose paraboly je 18,5 m.

Pokud uvedený podélný sklon a počáteční parabolické zaoblení aplikujeme na vzdálenosti 286 m, poklesne kolej jen o 9,89 m. Chybějící výškový rozdíl ($10,80 \text{ m} - 9,89 \text{ m} = 0,91 \text{ m}$) je nutno řešit zvýšením nivelety vozovky ulice Koliště. Je však potřeba zároveň dodržet veškerá bezpečnostní omezení, která plynou z blízkosti křižovatky ulic Koliště a Cejl. V případě nutnosti lze uvažovat o zákazu některých pohybů vozidel v křižovatce.

Úhrnná hodnota traťového odporu 40 ‰ je z provozního hlediska velmi problematická s ohledem na výkonnostní charakteristiky současných hnacích vozidel, energetickou náročnost provozu a problémy s adhezí na styku mezi kolem a kolejnicí. Vzhledem k tomu, že varianta Židenice + Královo Pole je ale chápána jako výhledová pro rok 2040, je možné, že do té doby bude zvládnutí podobných podélných sklonů běžnější záležitostí. V každém případě ale bude možné na trati spojky Ponava provozovat jen hnací vozidla, která budou pro provozování na takto sklonově náročných tratích schválena.

Spojka Ponava byla v diplomové práci prověřena jako součást ideového záměru [11] i přesto, že zasahuje na soukromé (poměrně nedávno ale ještě drážní/veřejné) pozemky v prostoru na náspu za budovou magistrátu města. Varianta 2 koncepce technického řešení zábor soukromých pozemků umožňuje (viz kapitola 6).

Jako alternativa ke spojnici Ponava by mohlo stačit prosté zčtyřkolejnění stávající trati do Židenic. Takový návrh by si ale také nevyhnutelně vyžádal výkup soukromých pozemků podél koridoru stávající trati. Více je tato alternativa rozvedena v kapitole 9.

Varianta Židenice + Královo Pole je navržena jako výhledová pro rok 2040 a kromě spojky Ponava počítá s vybudováním nové mimoúrovňové spojky Slatina v podobě, která je uvedena v textu ideového záměru [11] na straně 22. Koncepční technické a provozní řešení této spojky je popsáno v kapitolách 5, 6 a 8.

7.5.2 Jižní zhlaví stanice

Návrh jižního zhlaví je proveden invariantně, tj. platí pro obě varianty koncepce technického řešení. Jižní zhlaví stanice lze v porovnání se severním zhlavím navrhnout podstatně velkoryseji, protože drážní pozemky poskytují více prostoru. Na druhou stranu velmi omezujícím prvkem, který významně ovlivnil návrh nejen jižního zhlaví, je památkově chráněná budova Malé Ameriky nacházející se uprostřed kolejiště. V souladu s ideovým záměrem do jižního zhlaví přicházejí od jihu přes mostní objekt nad řekou Svratkou čtyři průběžné traťové koleje. V návrhu se počítá s tím, že dvě z těchto kolejí (2 + 4) budou využitelné pro směr do/od Brna-Chrlic a Brna-Černovic a dvě (1 + 3) pro směr do/od Brna-Horních Heršpic a Střelíc. Pokud budeme předpokládat dlouhodobý výhled se zapojením tratí RS, potom pro trať RS do Břeclavi budou přednostně určeny koleje 2 + 4 a pro trať RS do Prahy koleje 1 + 3.

Kolejové úpravy zasahují na jižním konci zhlaví až do obvodu odstavného nádraží jižně od mostu přes Svratku. V obvodu odstavného nádraží dochází k úpravě napojení traťových kolejí 2 + 4 na koleje odstavného nádraží B (dvoukolejně) a úpravě napojení všech traťových kolejí (3 + 1 + 2 + 4) na koleje odstavného nádraží A (jednokolejně). Kolejová spojka 10-5 - kolej 513 odstavného nádraží B je navržena na rychlost 40 km/h z důvodu prostorové tísně (koleje do odstavného nádraží B odbočují bezprostředně za mostem přes Svratku).

Cílem při návrhu jižního zhlaví bylo dodržet koncepci přednostně jednosměrného průjezdu hlavním nádražím na sever ve skupině staničních kolejí 6 + 8 + 10 + 12 a na jih ve skupině staničních kolejí 5 + 3 + 2 + 4 (směrové uspořádání staničních kolejí). Z tohoto důvodu bylo nutné umožnit vlakům příjíždějícím ze všech jižních směrů dostat se na skupinu staničních kolejí 6 + 8 + 10 + 12. Dalším požadavkem bylo umožnit co možná nejvíce paralelních – současných vlakových cest přes jižní zhlaví. Reakcí na tyto požadavky je návrh paralelních kolejových spojek (zhlaví pro současné jízdy), které se nacházejí na mostě přes Svratku a v jeho těsné blízkosti. Mostní konstrukce bude muset odpovídat přítomnosti kolejových spojek na ní a být dimenzována na náročné dynamické namáhání.

V prostoru od severního konce mostu přes Svratku po jižní konce nástupišť se zhlaví začíná dělit na skupinu kolejí položených východně od budovy Malé Ameriky (přednostní směr na sever) a skupinu kolejí položených západně od budovy Malé Ameriky (přednostní směr na jih).

Směr skupiny kolejí přednostního směru na jih je přímo určen polohou mostu přes Svratku na jihu, na severu potom polohou hranice soukromého pozemku vyčnívajícího do pozemků drážních v prostoru mezi budovou Malé Ameriky a ulicí Nové sady a polohou dvou západních rohů budovy Malé Ameriky. Mezi tyto okrajové body bylo v návrhu vloženo sedm přímých dopravních kolejí s osovými vzdálenostmi 4,75 m. Napojení na koleje přicházející od jihu přes most přes Svratku

bylo nutno mírně směrově korigovat soustřednými směrovými oblouky. V rámci délky sedmi přímých dopravních kolejí bylo doplněno několik paralelních kolejových spojek tentokrát opačného směru, tedy při jízdě od jihu spojky odbočují směrem na staniční koleje 5 + 7 + 9 + 11 + 13. Rovněž je v rámci tohoto přímého úseku dokončeno prospojkování kolejí, které bylo započato už na mostě přes Svratku.

Skupina kolejí přednostního směru na sever se od kolejí přednostního směru na jih odpojuje v místech, kde postupně končí paralelní kolejové spojky, jejichž začátek leží na mostě přes Svratku a jižně od něj. Jinými slovy koleje přednostního směru na sever leží v pokračování odbočných větví těchto spojek. Směr skupiny kolejí přednostního směru na sever je přímo určen rovnoběžností s budovou Malé Ameriky. Úhel mezi skupinou sedmi přímých dopravních kolejí přednostního směru na jih a skupinou kolejí přednostního směru na sever rovnoběžných s budovou Malé Ameriky ovšem neumožňuje, aby byla každá staniční kolej přednostního směru na sever zaústěna na jihu do vlastní kolejové spojky. Je to dáno délkou konstrukcí křižovatkových výhybek C 60 1:11 – 300, které při uvedeném úhlu nelze vložit tak blízko sebe, aby bylo možné je jednotlivě napojit na odpovídající koleje přednostního směru na sever. To by při osové vzdálenosti kolejí přednostního směru na sever 4,75 m bylo možné jen tehdy, pokud by byl zmíněný úhel podstatně menší, což vzhledem k výše popsaným okrajovým podmínkám není možné. V návrhu je proto přistoupeno k řešení, v němž jsou vždy dvě sousední staniční koleje přednostního směru na sever zaústěny do jedné kolejové spojky dohromady pomocí jedné křižovatkové (výh. č. 38 a 43) nebo jednoduché (výh. č. 31) výhybky. Větvení do dvou staničních kolejí probíhá až mezi poslední křižovatkovou/jednoduchou výhybkou a začátkem nástupiště. Existuje tedy vždy krátký jednokolejný úsek pro dvě sousední staniční koleje. Tento problém s ohledem na jednosměrnost provozu (přednostní směr na sever) není považován za omezující. Další problém je v nedostatečné délce koleje pro společné pražce mezi koncem křižovatkové výhybky a začátkem výhybky jednoduché (zmíněný jednokolejný úsek). Prostor chybí pro dva dlouhé společné pražce. Geometricky by tento problém bylo možné vyřešit například posunutím jednoduché výhybky za poslední společný pražec a použitím dvou protisměrných oblouků s minimální mezipřímou do koleje za odbočnou větví jednoduché výhybky. Tento způsob řešení byl geometricky prověřen a je možný, nicméně nejde ani zdaleka o tak elegantní řešení, jako v případě řešení s nedostatkem místa pro poslední dva společné pražce. Proto se návrh přiklání k tomu, že pražce budou v těchto případech vyrobeny na míru a podřídí se vhodnějšímu geometrickému řešení. Popsaný problém se vyskytuje celkem dvakrát, a sice mezi výhybkami č. 38 a 40, 43 a 44. Společné pražce na míru budou muset být dále vyrobeny pro výhybky č. 33 a 37. V tomto případě je výhybka č. 37 nezbytná pro umožnění paralelních vlakových cest a také pro přejezd vlaků z odstavného nádraží B do skupiny staničních kolejí 2 + 1 + 3 + 5. Odsunout počátek výhybky č. 37 dále na sever nelze, protože celá kolejová spojka je zafixována na konci

směrového oblouku vedoucího do nejvíce omezujícího příčného profilu před staniční budovu (fixace na oblouky č. 51 a 52).

Zcela odděleně je řešeno zaústění kusých staničních kolejí č. 14 a 16, které jsou vedeny nezávisle na okolním zhlaví už od mostu přes řeku Svatku, kde jsou jednokolejně zaústěny do jedné z paralelních kolejových spojek.

Skupina kusých staničních kolejí č. 7 + 9 + 11 + 13 je do první nejbližší průběžné koleje č. 5 zapojena pomocí obloukových výhybkových konstrukcí. V jednotlivých případech kromě transformace navíc dochází k ohýbání koleje příslušející parametru „d“ výhybky do poloměru, který se liší od poloměru už transformované obloukové větve výhybky (parametr „d“ je krátký, původně přímý úsek koleje navazující na oblouk ve výhybce). Dalším specifikem je navržení složených oblouků (bez mezilehlé přechodnice) tak, aby nástupištní hrany u popisovaných kolejí vždy ležely u oblouku o poloměru alespoň 300 m a zároveň byly dostatečně dlouhé. Poloměr 300 m navíc musí přesahovat minimálně 24 m za čelo nástupiště podle bodu 5.3 normy [01]. Odstup 3,0 m od hranice výše zmíněného vyčnívajícího soukromého pozemku pro volný schůdný a manipulační prostor se podařilo dodržet. Přesto tento soukromý (původně veřejný) pozemek dokonale brání smysluplnému využití drážních pozemků severně od něj a lze ho označit jako velmi omezující pro technické řešení. Jedním z projevů přítomnosti tohoto pozemku je rychlostní omezení na 40 km/h při vjezdu a odjezdu na koleje / z kolejí 9, 11 a 13, což je způsobeno nevyhnutelným použitím poloměrů menších než 295 m ve složených obloucích a obloukových výhybkách.

7.5.3 Staniční koleje v prostoru nástupišť

Průběžné staniční koleje v prostoru u nástupištních hran před budovou pošty a staniční budovou neprocházejí přímo, ale dvěma protisměrnými oblouky. Je pro to několik zásadních důvodů.

- Nejvíce omezující příčný profil před staniční budovou se při posunu v ose staničení ve směru na jih začíná mírně rozšiřovat (veřejný pozemek mezi budovou Tesco a drážním pozemkem začíná mírně ustupovat).
- V úrovni rohu staniční budovy (km 143,440 hlavního staničení) dochází k náhlému rozšíření příčného profilu až k budově pošty, zároveň s tím ale přibývají prostorové nároky dvou kusých staničních kolejí č. 7 a 9 a jim příslušejících nástupištních ploch. Náhle je zapotřebí minimální šíře pro další ostrovní nástupiště a další vnější nástupiště, na což prostorové rozšíření k budově pošty zcela nepostačuje. Proto je nutné s průběžnými kolejemi ustoupit co nejvíce k jihovýchodu (důvod oblouků v km 143,460 hlavního staničení).

- Jakmile veřejný pozemek na jihovýchodní straně (a s ním už jednou zahnuté staniční koleje) ustoupí natolik, že již pomine riziko nedostatečné šířky pro vnější nástupiště u kusé koleje č. 9, je nutno vrátit všechny staniční koleje do původního (nezahnutého) směru druhým obloukem v km 143,390 hlavního staničení, protože je nutné:
 - vyhnout se severozápadnímu rohu budovy Malá Amerika,
 - nezasáhnout následujícím obloukem položeným východně od Malé Ameriky do veřejného pozemku na vnitřní straně tohoto oblouku v km 0,640 vedlejšího staničení (nepodařilo se dosáhnout zcela – bude nutné rozšíření mostní konstrukcí),
 - neposouvat oblouky položené západně od Malé Ameriky a neměnit jejich vrcholové úhly, protože jakékoliv prodloužení nebo posunutí konců těchto oblouků na jižním zhlaví by vyvolalo posun paralelních kolejových spojek, které jsou na konce těchto oblouků fixovány (posun spojek dále na jih není prostorově možný).

Posledních 16 m vnějšího nástupiště u koleje č. 9 přes všechnu snahu nespĺňuje minimální šířku 2,5 m. Těchto 16 m proto není započteno do délky nástupní hrany. Na celé délce vnějšího nástupiště u koleje č. 9 v současné době stojí plechová přístavba k budově pošty. Předpokládá se, že tato památkově chráněna není a bude možné ji odstranit.

Ačkoliv to tak při letném pohledu na výkres situace nevypadá, je z uvedeného složitého výpisu důvodů zřejmé, že parametry zdánlivě nepodstatného oblouku na jedné straně stanice skrytě silně ovlivňují technické řešení na zcela opačném konci stanice. Při změně jediného parametru oblouku nebo výhybky na jedné straně stanice je nutno projít v podstatě celou stanicí a prověřit, zda někde nedošlo například k nepřipustnému zkrácení délky mezipřímé apod. Poslední věta poměrně přesně vystihuje způsob postupu při zpracovávání této diplomové práce.

Přehledně jsou informace o navržených staničních kolejích uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7. Staniční koleje - návrh

| č. | už.dl. | mezi | | účel |
|---------|--------|-----------|-----------|--|
| 1 | 35 | S1 | zarážedlo | kusá, příprava HV |
| 3a | 304 | S3a | Lc3a | průjezdná, přednostní směr na jih |
| 3b | 304 | Sc3b | L3b | |
| 3a+3b | 639 | S3a | L3b | |
| 5a | 298 | S5a | Lc5a | |
| 5b | 298 | Sc5b | L5b | |
| 5a+5b | 627 | S5a | L5b | |
| 5c | 50 | zarážedlo | Se9 | kusá, možno prodloužit jako dopravní do H. Heršpic |
| 7 | 328 | S7 | zarážedlo | kusá, přednostní pro vlaky od/do Střelic |
| 7a | 102 | zarážedlo | Se10 | kusá, možno prodloužit jako dopravní do H. Heršpic |
| 9 | 263 | S9 | zarážedlo | kusá, pro vlaky od jihu s úvratí v Brně hl. n., přednostní pro vlaky od/do Střelic |
| 11 | 146 | S11 | zarážedlo | |
| 13 | 148 | S13 | zarážedlo | |
| 2a | 315 | S2a | Lc2a | průjezdná, přednostní směr na jih |
| 2b | 315 | Sc2b | L2b | |
| 2a+2b | 660 | S2a | L2b | |
| 4a | 310 | S4a | Lc4a | |
| 4b | 310 | Sc4b | L4b | |
| 4a+4b | 651 | S4a | L4b | |
| 402 | 171 | S402 | zarážedlo | kusá, pro vlaky od jihu s úvratí v Brně hl. n. |
| 404 | 80 | S404 | zarážedlo | kusá, příprava HV |
| 406 | 284 | S406 | zarážedlo | kusá, pro vlaky od jihu s úvratí v Brně hl. n. |
| 408 | 302 | S408 | zarážedlo | |
| 6a | 346 | S6a | Lc6a | průjezdná, přednostní směr na sever |
| 6b | 346 | Sc6b | L6b | |
| 6a+6b | 723 | S6a | L6b | |
| 8a | 335 | S8a | Lc8a | |
| 8b | 335 | Sc8b | L8b | |
| 8a+8b | 700 | S8a | L8b | |
| 10a | 356 | S10a | Lc10a | |
| 10b | 356 | Sc10b | L10b | |
| 10a+10b | 742 | S10a | L10b | |
| 12a | 364 | S12a | Lc12a | |
| 12b | 364 | Sc12b | L12b | |
| 12a+12b | 759 | S12a | L12b | |
| 12c | 49/33* | Se11 | zarážedlo | kusá, příprava HV |
| 14 | 344 | S14 | zarážedlo | kusá, pro vlaky od jihu s úvratí v Brně hl. n. |
| 16 | 391 | S16 | zarážedlo | |

* 49 m ve variantě severního zhlaví Židenice / 33 m ve variantě Židenice + Královo Pole

7.6 Nástupiště a přístup na ně

Nově je navrženo celkem 17 nástupních hran, z toho 9 u kusých kolejí a 8 u kolejí průjezdných. Dlouhé nástupní hrany u průjezdných kolejí jsou informačním systémem pro cestující rozděleny vždy na dvě poloviny podobně, jako jsou průjezdné koleje v polovině své užitečné délky rozděleny cestovými návěstidly (viz kapitola 7.8). V případě výskytu vlaku mezinárodní osobní dopravy dlouhého až 400 m se použije nerozdělená nástupní hrana u koleje č. 3, 2, 6, 8, 10 nebo 12.

V přímých úsecích je šířka většiny nástupišť vzhledem k prostorové tísní na přípustném minimu. Ve směrových obloucích dochází u ostrovních nástupišť k rozšíření o maximálně 3,0 m vlivem rozdílných poloměrů nesoustředných oblouků na vnitřní straně nástupiště (větší poloměr) a vnější straně nástupiště (menší poloměr) – viz kapitoly 7.3 a 7.4. V těchto rozšířených příčných profilech nástupišť je vhodné navrhovat kapacitní přístupy na nástupiště (širší schodiště).

Minimální šířky nástupišť a přístupových schodišť jsou v návrhu kompenzovány velkým počtem rovnoměrně rozmístěných přístupů na nástupiště, které umožní rychlou výměnu cestujících na nástupišti po příjezdu vlaku, při přestupech apod. Pro úsporu místa a neblokování nástupištní plochy jsou navrženy na severním konci nástupišť přístupy z čel nástupišť. Do přístupových cest od schodišť z podchodu je ve výškové úrovni temen kolejnic zakomponován úroňový přejezd pro drážní vozíky. Teprve za křížením s cestou pro vozíky cesta od schodiště dále šikmou rampou (1:12) stoupá do výšky 550 mm nad temeno kolejnice na plochu nástupiště. Zpevněná cesta přejezdu pro vozíky je od prostoru cest pro cestující oddělena sklápěcí závorou či jiným zařízením se stejnou funkcí. Přejezd pro vozíky zakomponovaný do přístupových cest pro cestující je chápán jako nouzový. Případné atypické (úzké) výtahy pro vozíky by mohly být doplněny do polohy drážního podchodu v km 143,416 stávajícího staničení, který cestující v navrhovaném stavu nebudou využívat. Přístupový tunel pro vozíky v jiné poloze by musel být nový. Další bariéry v plochách nástupišť však obecně nejsou žádoucí.

Atypicky je navržen nejjižnější přístup na nástupiště I, které je na jižním konci už natolik úzké (šířka už se blíží přípustnému minimu na konci ostrovního nástupiště 3,2 m), že nebylo možné vložit schodiště a výtah v poloze podjezdu/podchodu, ale bylo nutné jak výtah, tak schodiště vysunout. Výtah byl vysunut za čelo nástupiště, schodiště do polohy, kde už je nástupiště dostatečně široké. Schodiště má minimální přípustnou šířku 1,6 m a bezpečnostní odstupy 2,0 m na obě strany od schodiště jsou dodrženy. Pokud by bylo požadováno schodiště širší, muselo by být vysunuto ještě dále po směru staničení.

Přístup na vnější nástupiště V ze stávajícího městského podchodu nelze navrhnout uvnitř plochy drážního pozemku z důvodu nedostatečné šířky nástupiště. Přístupové schodiště i výtah je nutno předsunout před vstup do městského podchodu a tím zasáhnout do plochy veřejného pozemku.

V úrovni nástupištní plochy však už ve stávajícím stavu existuje rozšíření směrem nad veřejný pozemek. V návrhu je v tomto případě upřednostněno zřízení výtahu i schodiště i za cenu záboru veřejných pozemků, protože zejména bezbariérový přístup na nástupiště by v tomto místě citelně chyběl.

Mezi jednostranná nástupiště IIIa a IIIb je začleněna budova Malé Ameriky. Předpokládá se její citlivá rekonstrukce, průchodnost všemi směry a využití k poskytování služeb cestující veřejnosti (čekárna, prodej jízdenek apod.).

Pokud to památková ochrana staniční budovy a budovy pošty umožní, předpokládá se jejich citlivá rekonstrukce, využití k poskytování služeb cestující veřejnosti a průchodnost zejména ve směru na úzká vnější nástupiště Ib a I, čímž by se podařilo mírně kompenzovat navržené minimální šířky vnějších nástupišť.

Vzhledem k prostorové tísní nespĺňuje posledních 16 m vnějšího nástupiště u zarážedla koleje č. 9 požadavek na minimální šířku vnějšího nástupiště 2,5 m. Těchto 16 m proto není započteno do užitečné délky nástupní hrany. Neproměnné návěstidlo s návěstí „Konec nástupiště“ bude umístěna 16 m před zarážedlem. Podrobnosti k prostorovým poměrům znemožňujícím širší provedení nástupiště u koleje č. 9 jsou uvedeny v kapitole 7.5.3.

Zatímco u kolejí č. 9, 11 a 13 se podařilo počátek oblouku o poloměru menším než 300 m odsadit od konce nástupiště o požadovaných 24 m (délka jednoho vozu) složenými oblouky, podobný přístup na severním konci nástupišť u průjezdných kolejí aplikovat nelze. Oblouky, které začínají hned za nástupišti, mají poloměry 190,000 m až 194,750 m. Vztahuje se na ně tedy opět bod 5.3 normy [01]. Použití složených nebo jednoduchých oblouků s poloměry nad 300 m nepřichází vzhledem ke stísněným prostorovým podmínkám v úvahu. Bylo tedy nutno přistoupit k odsazení začátků nástupních hran o 24 m od konců oblouků proti směru staničení (v této úrovni bude umístěno neproměnné návěstidlo s návěstí „Konec nástupiště“) a „oříznutí“ nástupištních hran podle rozšířeného průjezdného průřezu M-GC v oblouku o poloměru 190 m. Výpočet šířkových rozměrů rozšířeného průjezdného průřezu M-GC (, J-GC a Z-GC) podle norem [02, 03] je uveden v tabulce 8. Výsledné hodnoty jsou v tabulce podbarvené žlutě.

Tabulka 8. Výpočet šířky rozšířených průjezdných průřezů

| popis | označení | hodnota | jednotka | článek |
|----------------------|----------|---------|----------|--------|
| rychlost v oblouku | V | 40 | km/h | |
| poloměr oblouku | R | 190 | m | |
| převýšení | D | 0 | mm | |
| | | | | |
| nedostatek převýšení | I | 99,37 | mm | |
| přebytek převýšení | E | 0,00 | mm | |

| | | | | |
|--|-----------|---------|----|-------------------|
| rozchod koleje – mezní maximální hodnota | e | 1470 | mm | B.2.1 (Z1) |
| výška nad TK | h | 0,55 | m | nástupištní hrana |
| polovina šířky průjezdného průřezu Z-GC ve výšce h | bZ-GC (h) | 1700 | mm | obr. A.1 |
| polovina šířky kinematického obrysu GC ve výšce h | bk (h) | 1620 | mm | obr. A.8 |
| rozšíření Z-GC | | | | |
| šířkové přírážky | | | | |
| vnější | | 91 | mm | 5.1.1 (Z1) |
| vnitřní | | 79 | mm | 5.1.1 (Z1) |
| polovina šířky celkem | | | | |
| vnější | | 1791 | mm | |
| vnitřní | | 1779 | mm | |
| rozšíření J-GC, M-GC | | | | |
| šířkové přírážky | | | | |
| vnější | Se | 108,289 | mm | B.2.1 |
| vnitřní | Si | 95,658 | mm | B.2.1 |
| vnější | Qe | 0,659 | mm | B.2.3 |
| vnitřní | Qi | 0,000 | mm | B.2.3 |
| u nástupištní hrany | T1 | 10,000 | mm | B.2.6 (Z1) |
| bez nástupištní hrany | | 25,000 | mm | B.2.6 (Z1) |
| geom. odchyly, obě strany | T2,g | 5,500 | mm | B.2.7 |
| dynam. odchyly, obě strany | T2,d | 0,200 | mm | B.2.7 |
| vnější | T3,e | 0,875 | mm | B.2.8 (Z1) |
| vnitřní a v přímé | T3,i | 0,175 | mm | B.2.8 (Z1) |
| obě strany | T4 | 0,675 | mm | B.2.9 |
| obě strany | T5 | 0,200 | mm | B.2.10 |
| J-GC | | | | |
| polovina šířky celkem | | | | |
| vnější (u nástupištní hrany) | bJ,e | 1747 | mm | B.3.2 |
| vnitřní (u nástupištní hrany) | bJ,i | 1733 | mm | B.3.3 |
| vnější (bez nástupištní hrany) | bJ,e | 1762 | mm | B.3.2 |

| | | | | |
|---------------------------------|------|------|----|-------|
| vnitřní (bez nástupištní hrany) | bJ,i | 1748 | mm | B.3.3 |
| M-GC | | | | |
| polovina šířky celkem | | | | |
| vnější (u nástupištní hrany) | bM,e | 1743 | mm | B.3.4 |
| vnitřní (u nástupištní hrany) | bM,i | 1730 | mm | B.3.5 |
| vnější (bez nástupištní hrany) | bM,e | 1760 | mm | B.3.2 |
| vnitřní (bez nástupištní hrany) | bM,i | 1747 | mm | B.3.3 |

Přehledně jsou informace o navržených nástupištích uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9. Nástupiště – návrh

| č. nástupiště | kolej | délka nástupní h. [m] | typ | přístup | |
|---------------|-------|-----------------------|-------|---------|--|
| la | - | 13 | 138,0 | - | z ulice / od staniční budovy / podchodem |
| lb | - | 11 | 119,0 | - | |
| | - | 9 | 178,0 | - | |
| I | - | 7 | 318,0 | - | |
| | J | 5a | 164,0 | 378,0 | ostrovní, oboustranné / vnější |
| | S | 5b | 164,0 | | |
| II | J | 3a | 222,5 | 495,0 | ostrovní, oboustranné |
| | S | 3b | 222,5 | | |
| | J | 2a | 230,5 | 511,0 | |
| | S | 2b | 230,5 | | |
| III | J | 4a | 145,0 | 340,0 | atypické, vícestranné, centrální ostrov |
| | S | 4b | 145,0 | | |
| | - | 408 | 292,0 | - | |
| | J | 6a | 257,0 | 564,0 | |
| | S | 6b | 257,0 | | |
| IIIa | - | 402 | 161,0 | - | |
| IIIb | - | 406 | 274,0 | - | atypické, jednostranné |
| IV | J | 8a | 256,0 | 563,0 | ostrovní, oboustranné |
| | S | 8b | 256,0 | | |
| | J | 10a | 270,0 | 590,0 | |
| | S | 10b | 270,0 | | |
| V | J | 12a | 268,0 | 586,0 | ostrovní, oboustranné / vnější |
| | S | 12b | 268,0 | | |
| | - | 14 | 320,0 | - | |
| VI | - | 16 | 381,0 | - | vnější |

Písmena J/S ve sloupci „č. nástupiště“ znamenají jih/sever.

7.7 Podchody

Vzhledem k navržení minimálních šířkových a maximálních možných délkových rozměrů většiny nástupišť je problematika návrhu počtu a umístění podchodů zásadní pro zajištění dobré dostupnosti nástupištních ploch po celé jejich délce. Celkem je navrženo šest podchodů příčně podcházejících pod kolejištěm stanice. Z tohoto počtu je

- jeden podchod kombinován s podjezdem v poloze ulice Úzké,
- tři podchody plně průchozí a
- dva podchody slepě zakončené.

Při návrhu podchodů bylo nutno pamatovat na výškový průběh příčných profilů stanice. Kolejiště stanice je vzhledem k jihovýchodu (ulice Dornych, Úzká, Uhelná) umístěno na náspu nad úroveň terénu. Vzhledem k severozápadu (ulice Nové sady, Nádražní) je však kolejiště ve výškové úrovni zhruba odpovídající úrovni terénu. Souhrnně pro všechny podchody tak platí, že zatímco na severovýchodě do podchodů vždy ústí schodiště a výtah (mimoúrovňový přístup), na jihovýchodě podchody úrovně vystupují v uliční úrovni (bez schodišť a výtahů).

V následujícím textu budou podchody detailněji popsány ve směru od severního zhlaví k jižnímu zhlaví (proti směru staničení). Ve stejném směru vzestupně budou podchody i číslovány (1-6).

V případě prvního podchodu je navrženo využití stávajícího západního (dražního) podchodu. Tento podchod je nově plně průchozí, čemuž v jeho stávající podobě brání jen několik neprůchozích příček a uzamčené dveře. Podchod se nerozšiřuje, počítá se se zachováním současné šířky 4,8 m. Protože se podchod nachází až za severními konci nástupišť, které bylo nutno odsunout proti směru staniční o 24 m kvůli malým poloměrům směrových oblouků (viz kapitola 7.6), jsou přístupová schodiště z tohoto podchodu směřována jen na stranu ve směru k nástupištím. Stísněné šířkové poměry v úrovni kolejiště neumožňují zřídit přístup z podchodu také pomocí výtahů. Při volbě mezi bezbariérovostí výtahů a kapacitou schodišť byla upřednostněna vyšší kapacita schodišť a zřízení výtahů bylo přemístěno do dalších podchodů. Schodiště na první (vnější) nástupiště přiléhající ke staniční budově je nově navrženo uvnitř staniční budovy, alternativní poloha vně staniční budovy je ale také možná. Veškerá napojení prvního podchodu na stávající podzemní chodby pod staniční budovou a přednádražním prostorem zůstávají beze změny, což je nespornou výhodou využití stávajícího dražního podchodu. Vyústění podchodu na odvrácené straně kolejiště od staniční budovy míří do prostoru parkoviště a ulice Dornych.

V případě druhého podchodu je navrženo využití stávajícího městského podchodu. Tento podchod je plně průchozí už ve stávajícím stavu. Průchod se nerozšiřuje, počítá se se

zachováním současné šířky 11 m. Ačkoliv druhý podchod přirozeně využívá proud cestujících mířících v jižním směru na autobusové nádraží Zvonařka či do obchodních domů Tesco a Vaňkovka, v severním směru do centra města a na zastávky městské hromadné dopravy umístěné v přednádražním prostoru, není možné se z něj dostat přímo na nástupiště umístěná nad ním. Proto je do tohoto podchodu nově navrženo zřízení přístupových schodišť i výtahů, a sice pouze ve směru proti staničení. V opačném směru zřízení brání přístupové cesty od prvního podchodu. Vzhledem k umístění druhého podchodu pod konci nástupišť by cestující ale ani neměli důvod tento opačný směr používat. Výtahy jsou umístěny ve stěně podchodu a pro přístup ke schodištím za nimi je možné je z jedné strany obejít. Schodiště na první (vnější) nástupiště přiléhající ke staniční budově je nově navrženo uvnitř staniční budovy, alternativní poloha vně staniční budovy tentokrát pro stísněné šířkové podmínky není možná.

Třetí podchod je navržen jako nový o šířce 8 m. Jeho polohu určuje smysluplná a šířkově nekolizní poloha vyústění z podchodu na nástupiště Ib a zároveň poloha vyústění z podchodu na nástupiště III v jeho rozšířeném prostoru za konci kusých kolejí č. 406 a 408. Severní vstup do podchodu je uměle vysunut z přirozené osy podchodu ze dvou důvodů. Zaprvé nástupiště I zasahuje až na samotnou hranici drážních pozemků a jeho šířka neumožňuje vložení schodišť a výtahů. Zadruhé vysunutá poloha konce podchodu lépe navazuje na tramvajovou zastávku Nové sady v ulici Nádražní. Vysunutí je navrženo pod nástupištěm Ib, přičemž snahou bylo koleje č. 11 a 13 podejít už opět v příčném směru. Schodiště v případě tohoto podchodu směřují na obě strany. Výtahy jsou umístěny ve stěně podchodu a pro přístup ke schodištím za nimi je možné je z jedné strany obejít. Protože na nástupiště III atypicky navazují nástupiště IIIa a IIIb a celkem tato nástupiště obsluhují pět dopravních kolejí, vedou na nástupiště III z podchodu dva výtahy. Vyústění podchodu na odvrácené straně kolejiště od staniční budovy míří do prostoru parkoviště a ulice Úzké a zasahuje plochou záboru 37,8 m² za hranici veřejného pozemku. V uliční úrovni k záboru dochází pouze formou zastřešení mostní konstrukcí, která podepírá vnější nástupiště V (viz kapitola 7.5.3).

Čtvrtý podchod je kombinován s podjezdem v ulici Úzké. Předpokládá se rozšíření stávajícího podjezdu tak, aby na obou stranách od vozovky vznikl dostatečně široký prostor pro cestující a ostatní chodce. V podjezdu se nabízí zřízení zastávek městské hromadné dopravy, čímž by byl vytvořen velmi komfortní přestupní bod mezi železniční a městskou hromadou dopravou. V takovém případě by však bylo vhodné z tohoto podjezdu buď zcela vyloučit automobilovou dopravu, nebo k současným třem jízdním pruhům přidat jeden nový (objíždění stanicujících vozidel). Ve výkresu situace je provedeno rozšíření pouze pro potřeby pěších, rozšíření vozovky vzhledem k velkému počtu možností řešení provedeno není. Podjezd bude muset být oproti současnému stavu dále zahlouben z důvodu nově navržených kolejí a nástupišť v prostoru západně od budovy Malé Ameriky. Technicky velmi náročné zahloubení, i když do menší hloubky

než v případě samotného podjezdu, se týká i křižovatky ulic Nové sady x Nádražní x Hybešova x Úzká, v níž navíc dochází ke křížení tramvajových tratí. Zahloubení této křižovatky a jejího okolí pro umožnění napojení zahloubeného podjezdu pod rozšířeným kolejištěm stanice se jeví jako jedna z největších obtíží technického řešení celého návrhu. Pokud jakýkoliv stavební zásah do zmíněné křižovatky nebude připadat v úvahu, bude nutné podjezd zcela zrušit a zachovat pouze podchod, případě spojení pro cyklisty. Schodiště jsou směřována po i proti směru staničení, výtahy jsou umístěny do volného prostoru podchodu. Na severní straně je navržena šířka pro chodce 8 m, na jižní straně 10 m (výtahy v prostoru ubírají z volné šířky 2 m). Důvod vysunutí schodiště a výtahu pro přístup na I. nástupiště souvisí se šířkovými poměry na úrovni kolejiště a nástupiště, a byl proto popsán v rámci kapitoly 7.6. Vyústění schodiště na nástupiště IIIa/IIIb je provedeno dovnitř budovy Malé Ameriky, jejíž citlivá rekonstrukce a využití pro drážní účely je součástí tohoto návrhu (viz kapitola 7.6).

Pátý podchod je navržen jako nový o šířce 8 m v poloze jižních konců nástupišť IIIa a II. Z východní strany dosahuje pod úroveň kolejiště k nástupišti II, kde je ukončen. Schodiště na nástupiště IIIa a IIIb je umístěno dovnitř budovy Malé Ameriky, výtah ponechán vně budovy. Výtah na II. nástupiště je pro úsporu nástupištní plochy umístěn na čele tohoto nástupiště. Výtahy na ostatní nástupiště jsou umístěny ve stěně podchodu a pro přístup ke schodištím za nimi je možné je z jedné strany obejít.

Poslední šestý podchod propojuje pouze nástupiště IV, V a VI, čímž zabezpečuje dobrou dostupnost nejnižnějších nástupištních ploch celé stanice. Z důvodu nižší frekvence cestujících je jeho šířka navržena jen na 6 m. Poloha podchodu je určena jižním koncem nástupiště IV. Návrh uspořádání výtahů a schodišť je obdobný jako u pátého podchodu. Vyústění z podchodů 5 a 6 je na ulici Úhelnu, kde lze vzhledem k rozsáhlým volným plochám předpokládat rozvoj městské struktury. Přehledně jsou informace o navržených podchodech uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10. Podchody - návrh

| číslo | poloha | průchodnost | bezbariérový přístup | návaznost na okolí | |
|-------|---------|-------------|----------------------|--|---------------------------------|
| | [km] | | | severozápad | jihovýchod |
| 1 | 143,540 | ano | ne | staniční budova, ul. Nádražní, zast. MHD | ul. Dornych, parkoviště |
| 2 | 143,506 | ano | ano | | Tesco, Vaňkovka, AN Zvonařka |
| 3 | 143,308 | ano | ano | ul. Nádražní, zast. MHD | ul. Úzká, parkoviště |
| 4 | 143,145 | ano | ano | ul. Nové sady, zast. MHD | |
| 5 | 0,376* | ne | ano | - | ul. Úhelnu, rozvojové plochy |
| 6 | 0,260* | ne | ano | - | |

* vedlejší staničení

Hloubka všech podchodů pod výškovou úrovní nástupištních ploch byla navržena konstantně jako součet vertikálních prvků uvedených v tabulce 11.

Výškový rozdíl určuje počet schodů a podest, a tím i délku celého schodiště. Schodišťový otvor na nástupišti nesmí být delší než 10 m, protože v případě větší hodnoty se bezpečnostní odstup mezi překážkou na nástupišti a nástupištní hranou zvětšuje z 2 m na 2,4 m (při rychlosti do 160 km/h). Jak dokládá tabulka 6, použitím hodnoty 2,4 m namísto 2 m by byla v příčném profilu se schodištěm nutně překročena minimální šířka ostrovního nástupiště 6,1 m. Normový schod je 15 cm vysoký a 30 cm dlouhý. Po 16 až 18 schodech musí následovat podesta minimální délky 1,5 m.

Tabulka 11. Hloubka podchodů a výpočet délky schodiště

| hloubka podchodů | |
|--|------------------------|
| vertikální prvek | výška prvku [m] |
| vnitřní výška podchodu | 3,00 |
| betonový strop podchodu | 0,20 |
| nadloží (strop podchodu – ložná plocha pražce) | 0,45 |
| betonový pražec | 0,24 |
| kolejnice UIC 60 + podložka (přibližně) | 0,20 |
| nástupiště nad temenem kolejnice | 0,55 |
| výška (hloubka) celkem po zaokrouhlení | 4,65 |
| výpočet délky schodiště | |
| výška schodu | 0,15 m |
| počet schodů | 31 |
| délka schodu | 0,30 m |
| délka schodiště (bez podesty) | 9,30 m |
| délka podesty | 1,50 m |
| délka schodiště (s podestou) | 10,80 m |
| (bez délky posledního schodu – součást plochy nástupiště) | 10,50 m |

Předpokládá se délka schodišťového otvoru na nástupišti 7,5 m (16 schodů + podesta + 4 schody = 3 m výškového rozdílu), zbytek délky schodiště už bude zastropen.

7.8 Staniční zabezpečovací zařízení

Ve stanici se předpokládá staniční zabezpečovací zařízení 3. kategorie umožňující postupný rozpad vlakových cest a postavení současných vlakových cest na obou zhlavích tak, jak požaduje návrh provázení vlaků uvedený v kapitole 8. Výhledově se předpokládá zavedení zabezpečovacího zařízení ETCS L2, které dále zkrátí technologické časy odbavování vlaků, a tím zvýší propustnou výkonnost stanice.

Veškeré výhybkové konstrukce v obvodu hlavního nádraží budou opatřeny elektromotorickými přestavníky a elektrickým ohřevem výměn.

Všechny průjezdné staniční koleje jsou v polovině své délky souměrně rozděleny cestovými návěstidly pro zvýšení maximálního možného počtu vlaků, které lze ve stanici v jeden okamžik odbavit. Cestová návěstidla dvou sousedních staničních kolejí jsou umístěna vždy mezi těmito kolejemi proto, aby nezasahovala do nástupištních ploch nacházejících se na vnějších stranách kolejí. V případě kolejí 6 + 8 a 10 + 12 se poloha poloviny délky kolejí natolik shoduje, že vždy dvě cestová návěstidla pro jeden směr leží těsně za sebou. Aby nedošlo ke vzájemnému zakrytí nebo neúmyslné záměně návěstí, je potřeba obě návěstidla vhodně umístit do prostoru a vybavit je indikátorovými tabulkami s šipkami v prosvětleném provedení. Plechová značka s návěstí „Hlavní návěstidlo je na opačné straně“ bude zavěšena na nosný (horní) drát trakčního vedení. Obdobné řešení můžeme najít například v žst. Praha hl. n. (viz obrázek 4). Zábrazdná vzdálenost od těchto cestových návěstidel k předchozím vjezdovým návěstidlům (400 m) je dodržena.



Obrázek 4. Cestová návěstidla dělicí staniční kolej v žst. Praha hl. n., zdroj: [13]

Protože se staniční koleje nacházejí v několika protisměrných směrových obloucích, není ve všech případech zajištěna dohlednost přímo na odjezdová návěstidla. Tento problém je odstraněn dosazením opakovacích předvěstí odjezdových návěstidel za konce nástupištních hran.

Na konce kusých dopravních kolejí jsou osazena světelná cestová návěstidla s jedním trvale rozsvíceným červeným světlem. Na zarážedlech kusých manipulačních kolejí jsou neproměnná návěstidla s návěstí „Posun zakázán“. Vzdálenost umístění odjezdových návěstidel od námezníků se řídí dle užitečné délky staniční koleje. Vzdálenost mezi cestovými návěstidly, která dělí průjezdné staniční koleje, je 30 m (dle vzoru Praha hl. n.). Předpokládá se dohledová vzdálenost na všechna cestová a odjezdová návěstidla/opakovací předvěstí odjezdových návěstidel 10 m. Průjezd vlaku a viditelnost při průjezdu (7 s) se nepředpokládá. Odjezdové návěstidlo S1 je navrženo jako trpasličí, podmínka maximální traťové rychlosti pro staniční kolej č. 1 do 60 km/h je splněna.

Předpokládaná délka posunovacího dílu je 75 m, v případě kolejí do Černovic/Chrlíc vzhledem k blízkosti jejich odbočení od kolejí do Horních Heršpic jen 25 m. Zábrzdná vzdálenost 700 m mezi odjezdovými návěstidly v žst. Brno-Židenice a Brno-Horní Heršpice a vjezdovými návěstidly žst. Brno hl. n. je dodržena. Vjezdová návěstidla od Brna-Horních Heršpic/Černovic/Chrlíc by mohla být v navržené poloze nahrazena cestovými a odsunuta dále do mezistaničních úseků.

Seřaďovací návěstidla jsou číslována vzestupně ve směru staničení. Návrh seřaďovacích návěstidel v obvodech A a B odstavného nádraží není součástí práce.

Vzhledem k umístění většiny nástupišť do směrových oblouků se předpokládá dosazení zařízení, které umožní provést úkony související s výpravou vlaku bez zajištění vizuálního kontaktu mezi strojvedoucím a členy vlakové čety. Ačkoliv na síti SŽDC zařízení tohoto typu zatím nenalezneme, lze se inspirovat například na sítích DB, SBB či ÖBB, kde jsou taková zařízení na nástupištích v běžném provozu (na obrázku 5). Zařízení by muselo být patřičně uzpůsobeno českému prostředí, například volná přístupnost tlačítek návěstění je v českých podmínkách jen obtížně představitelná.

Obrázek 5. Zařízení pro výpravu vlaku při špatných rozhledových podmínkách (DB), zdroj: [09]



8 KAPACITNÍ POSOUZENÍ

8.1 Metodika posouzení

V ideálním případě by kapacitní posouzení mělo být provedeno pomocí simulační metody, která by nejlépe postihla skutečné doby trvání obsazení jednotlivých prvků infrastruktury (výhybek ve zhlavích, staničních a traťových kolejí). Vzhledem k časovým a především licenčním omezením simulačních nástrojů je kapacitní posouzení v této práci provedeno analyticky – rozkreslením obsazení zhlaví a staničních kolejí v intervalu 1 min po dobu trvání hodinové přepravní špičky.

Vstupní požadavky na počet, směrovost a interval jednotlivých linek byly převzaty ze studie [05] a závěrečných připomínek, především ze strany MDČR a Odboru dopravy JMK, k rozsahu provozu, který byl v této studii předpokládán.

Obsazování stanice probíhalo postupným vkládáním jednotlivých linek na volné staniční koleje. Vlaková cesta přes zhlaví byla vybírána tak, aby po jejím vložení co nejméně komplikovala vložení co největšího počtu dalších paralelních vlakových cest. Pokud se přesto v pozdějších fázích obsazování ukázalo, že dříve vložené linky by bylo vhodnější uspořádat jiným způsobem, postupovalo se iterativně. Pokud není uvedeno jinak, spoje příslušející téže lince jsou během špičkové hodiny i celého dne odbavovány vždy na stejných staničních kolejích a u jim odpovídajících nástupních hran. Pořadí linek při vkládání do stanice určují následující pravidla (sestupně dle priority):

1. linky s krátkým intervalem mezi spoji bez ohledu na segment,
 - vkládání linek s krátkými intervaly v pozdějších fázích obsazování stanice není možné, protože ideálně symetrické časové polohy už jsou zpravidla obsazeny linkami s delšími intervaly,
 - čím kratší interval, tím dříve byla linka vložena,
 - v případě rovnosti délek intervalů více linek je priorita určena dalšími pravidly,
2. linky segmentu Ex,
 - nutnost dodržení celosíťově provázaných časových poloh v jednotném taktu (ve vnitrostátní i mezinárodní dopravě),
3. linky segmentu S,
 - pokud už nebyly vloženy dle prvního pravidla,
 - přílišné posouvání časových poloh mimo osu symetrie linky není pro příměstskou dopravu přípustné,

4. linky segmentu R integrované do IDS JMK,
5. linky segmentu R dálkové dopravy.

Pokud se během špičky vyskytuje ve stanici linka s intervalem 120 min, je vždy její časová poloha umístěna do posuzované hodiny. Kombinování dvou linek s intervalem 120 minut na téže koleji je přípustné.

Během přepravní špičky se nepředpokládá pohyb vlaků do odstavného nádraží a zpět. Pobyty všech vlaků ve stanici Brno hlavní nádraží jsou navrženy dostatečně krátké (vlaky není třeba z důvodu nedostatku volných staničních kolejí nikam přesouvat), což jednak vede ke kratší době obsazení stanice, jednak přispívá k efektivnímu plánování oběhů vozidel. Pohyby vlaků do odstavného nádraží a zpět se předpokládají mimo období přepravní špičky.

Pokusy o postupné obsazení stanice linkami v přesně definovaných časových polohách (u linek, jejichž časové polohy jsou ve studii [05] uvedeny) skončily neúspěchem. Bylo proto přistoupeno k obsazování stanice způsobem, při kterém byly jednotlivé postupně vkládané linky časově stlačeny co nejvíce k sobě (při respektování délek dob obsazení). Výsledné časové polohy lze posouvat pouze všechny dohromady o jednotnou dobu, jednotlivě a o nejednotnou dobu to není možné. V případě požadavku na variabilní časové polohy musejí být zkapacitněny návazné traťové úseky a odpovídajícím způsobem upravena zhlaví. V případě zkapacitnění traťových úseků nelze předpokládat jejich udržení na čistě drážních a veřejných pozemcích (podrobněji viz kapitola 9).

Posouzení je provedeno pro dva výhledové stavy:

- střednědobý výhled, rok 2025, bez RS,
- dlouhodobý výhled, rok 2040, s RS.

8.2 Dopravně-technologické předpoklady

Při stanovení dob obsazení zhlaví příjezdem a odjezdem vlaku bylo přihlédnuto k předpisům [06, 07]. Než bude uveden výčet předpokladů, je nutno zdůraznit, že standardně používaný analytický přístup dle předpisů [06, 07] by měl být v případě komplexního posouzení takto složité uzlové stanice doplněn mnohonásobným simulačním ověřením. Simulační přístup by mj. umožnil podrobně zkoumat místa vzniku zpoždění, rychlost krácení či nárůstu vzniklého či uměle zavedeného zpoždění nebo analyzovat reakce navržené infrastruktury na různé druhy provozních

mimořádností a poruch. Na základě výstupů simulací by bylo možné určit případné další nutné úpravy infrastrukturního řešení pro zajištění stability jízdního řádu.

V následujících dvou podkapitolách se při výpočtu dob obsazení zhlaví počítá s elektronickým staničním zabezpečovacím zařízením a v návazných mezistaničních úsecích s traťovým zabezpečovacím zařízením 3. kategorie typu automatický blok. Vypočtené doby obsazení lze dále zkrátit v případě, pokud by bylo zavedeno zabezpečovací zařízení ETCS L2 a ASVC.

8.2.1 Doba obsazení příjezdem vlaku

Celková doba obsazení zhlaví příjezdem vlaku do stanice byla stanovena jako součet dob:

- dohlednosti na první předvěst vjezdového návěstidla (traťová rychlost všech vlaků v přibližovacích úsecích bude vždy do 120 km/h),
- jízdy od okamžiku, kdy čelo vlaku mine první předvěst vjezdového návěstidla, do okamžiku, kdy vlak uvolní poslední výhybku dvou kolizních vlakových cest,
- přípravy a rozpadu vlakové cesty.

Do výpočtu dynamických složek dob obsazení byly zjednodušeně dosazeny následující hodnoty:

- traťová rychlost v úseku od první předvěsti vjezdového návěstidla k vjezdovému návěstidlu:
 - traťová: 80 km/h,
 - průměrná (daná vlivem brzdění před vjezdovým návěstidlem): 75 km/h,
- traťová rychlost v úseku od vjezdového návěstidla do uvolnění poslední výhybky dvou kolizních vlakových cest:
 - traťová: 50 (40) km/h,
 - průměrná: 45 km/h,
- vzdálenost mezi první předvěstí vjezdového návěstidla a vjezdovým návěstidlem (určená zábrzdnou vzdáleností pro traťovou rychlost 80 km/h): 700 m,
- průměrná vzdálenost od vjezdového návěstidla za poslední výhybku dvou kolizních vlakových cest: 650 m,
- délka soupravy (uvažována maximální dle studie [05]): 205 m,
- doba dohlednosti na první předvěst vjezdového návěstidla: 0,2 min,
 - odpovídající dohledová vzdálenost při traťové rychlosti 80 km/h: 266,7 m.

Do výpočtu statických složek dob obsazení byly zjednodušeně dosazeny následující hodnoty:

- průměrný počet přestavovaných výhybek (případně současně pracujících spojek) mezi předchozím a následujícím vlakem: 3,
- doba přestavování jedné výhybky bez PHS (případě současně pracujících spojky) pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min,
- doba přípravy vlakové cesty pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min,
- doba rušení vlakové cesty pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min.

Celková doba obsazení zhlaví příjezdem vlaku do stanice po zaokrouhlení na celé půlminuty nahoru činí: 2,5 min. Tato hodnota byla dále navýšena o rezervu 0,5 min pro zajištění stability provozu a snížení rizika výskytu a šíření zpoždění. V rozkreslení způsobu provázení vlaků se tedy pro příjezd libovolného vlaku počítá s hodnotou 3 min.

8.2.2 Doba obsazení odjezdem vlaku

Celková doba obsazení zhlaví odjezdem vlaku ze stanice byla stanovena jako součet dob:

- jízdy od okamžiku uvedení vlaku do pohybu do okamžiku minutí třetího návěstidla ve vzdalovacím úseku koncem vlaku (nepřipouští se odjezd ze stanice na výstrahu a předpokládá se dosažení rozestupu na 3 volné prostorové oddíly mezi vlaky až po dosažení traťové rychlosti oběma vlaky),
- přípravy a rozpadu vlakové cesty.

Do výpočtu dynamických složek dob obsazení byly zjednodušeně dosazeny následující hodnoty:

- traťová rychlost v úseku od místa zastavení u nástupiště do okamžiku uvolnění poslední výhybky zhlaví:
 - traťová: 50 (40) km/h,
 - průměrná (daná vlivem rozjezdu): 45 km/h,
- traťová rychlost v úseku od okamžiku uvolnění poslední výhybky zhlaví do okamžiku minutí třetího návěstidla ve vzdalovacím úseku koncem vlaku:
 - traťová: 80 km/h,
 - průměrná: 75 km/h,

- průměrná vzdálenost mezi místem zastavení u nástupiště a poslední výhybkou zhlaví (resp. prvním oddílovým návěstidlem v mezistaničním úseku): 650 m – vzhledem k traťové rychlosti 50 km/h (a odpovídající zábrzdě vzdálenosti 400 m) je tento úsek chápán jako první vzdalovací oddíl,
- vzdálenost mezi oddílovými návěstidly v mezistaničním úseku: 700 m,
- délka soupravy (uvažována maximální dle studie [05]): 205 m,

Do výpočtu statických složek dob obsazení byly zjednodušeně dosazeny následující hodnoty:

- průměrný počet přestavovaných výhybek (případně současně pracujících spojek) mezi předchozím a následujícím vlakem: 2,
- doba přestavování jedné výhybky bez PHS (případě současně pracující spojky) pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min,
- doba přípravy vlakové cesty pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min,
- doba rušení vlakové cesty pomocí elektronického staničního zabezpečovacího zařízení: 0,1 min.

Celková doba obsazení zhlaví odjezdem vlaku ze stanice po zaokrouhlení na celé půlminuty nahoru činí: 2,0 min. Záloha pro zajištění stability provozu a snížení rizika výskytu a šíření zpoždění je v případě odjezdu zahrnuta už do provedeného zaokrouhlení. V rozkreslení způsobu provázení vlaků se tedy pro odjezd libovolného vlaku počítá s hodnotou 2 min.

8.3 Střednědobý výhled, rok 2025

Kapacitní posouzení pro střednědobý výhled je obsahem přílohy 3.1 diplomové práce.

Střednědobý výhled je posouzen pro stav:

- bez tunelové spojky Ponava,
- bez mimoúrovňové spojky Slatina,
- bez zaústění tratí RS.

Na jižním zhlaví je potřeba upřesnit směry návazných traťových kolejí. Předpokládá se traťové (ne směrové) uspořádání čtyřkolejného svazku kolejí ústícího do jižního zhlaví. Správný směr je stanoven vpravo po směru jízdy. Směrnost jednotlivých kolejí je následující:

- koleje č. 1 a 3: Modřice, Střelice,

- koleje č. 2 a 4: Brno-Černovice, Brno-Chrlice (počítá se s kolejovým propojením v Komárově).

Rozsah provozu byl převzat z části D001 studie [05], kapitol 4.2.2 a 4.3.2, a upraven podle závěrečných připomínek k této studii.

V připomínkách bylo požadováno:

- zrušení linky IC 12: Brno – Olomouc (ze strany MDČR).

Přehledně je rozsah provozu uveden v tabulce 12. Šedě podbarvené řádky v tabulce 12 obsahují linku IC 12, kterou by oproti požadovanému rozsahu bylo možné do hodinové špičky vložit navíc. Naopak její nevložení by mírně navýšilo časovou rezervu.

Vysvětlivky ke sloupci „zhlaví“ tabulky 12, který popisuje, jakým způsobem jsou vedeny vlaky dané linky přes stanici Brno hl. n., jsou uvedeny níže.

| sloupec „zhlaví“ | |
|------------------|-------------------------|
| zkratka | význam |
| JS | obě zhlaví = průjezd |
| JS p | obě zhlaví, polookružní |
| S | severní zhlaví |
| J | jižní zhlaví |
| ú | úvrať |

Kapacitní posouzení pro střednědobý výhled odhalilo nerovnoměrnost mezi zatížením jižního a severního zhlaví. Důvodem nerovnoměrnosti je absence spojek Ponava a Slatina. Většina ve stanici začínajících, končících i průjezdných linek musí stanicí projíždět úvrať. To ve výsledku způsobuje vedení dvojnásobného počtu vlakových cest přes jižní zhlaví oproti stavu bez úvrať. Jižní zhlaví tyto kapacitní nároky zvládá odbavit jedine díky možnosti postavení až čtyř současných vlakových cest. Severní zhlaví je zatíženo méně, ovšem ústí do něj také jen dvě traťové koleje. Vzhledem k 15 min intervalu průjezdných linek S2 a S3 proto ani na severním zhlaví mnoho prostoru pro ostatní linky nezbývá. Převážně úvraťový způsob zatížení stanice není ideální, protože stanice byla koncepčně navržena jako průjezdná se směrově uspořádanými staničními kolejemi (viz kapitola 6).

Jedinou linkou, která je vedena nestandardně proti správnému směru je linka S41 ve směru do Brna hl. n. Vlaky této linky používají při vjezdu do stanice traťovou kolej č. 3. Před okamžikem počátku obsazení koleje vjíždějícím vlakem linky S41 existuje časová mezera v délce tři minut od okamžiku, kdy kolej uvolní nejbližší dřívější vlak opačného (správného) směru.

Jedenkrát za 120 minut dochází na staniční koleji č. 6 k propojení linek R 12 a R 19 (jedna souprava vlaku přechází z linky R 12 na linku R 19 a opačně). V hodině, kdy k propojení nedochází, podstupuje linka R 12 na stejné koleji úvrať. Do diagramů obsazení zhlaví v hodinové

špičce jsou v tomto případě zakresleny vlakové cesty, které probíhají jak v sudou hodinu, tak v lichou hodinu. Nadbytečně zakreslené pohyby přes zhlaví je nutné si v tomto ojedinělém případě odmyslet.

Požadovaný rozsah dopravy se ve stanici podařilo odbavit s dostatečnou rezervou kapacity staničních kolejí i nástupních hran. V příloze 3.1 se celková doba obsazení staničních kolejí č. 4 a 5 může jevit jako příliš vysoká (> 75 % výpočetní doby). Je to dáno zjednodušenou metodikou rozkreslení dob obsazení kolejí v čase. Zjednodušená metodika neumožňuje korektně zobrazit půlminutovou rezervu příslušející každému vjíždějícímu vlaku (viz kapitola 8.1.2) a postupný rozpad vlakové cesty za každým vlakem (dřívější uvolnění staniční koleje). Protože jsou koleje č. 4 a 5 navíc rozděleny cestovými návěstidly a provoz na nich je výhradně jednosměrný, existuje v případě nepravidelností v provozu možnost současně využít obě nástupní hrany příslušející jedné koleji. Vzhledem k délce souprav 170 m by buď soupravy musely být mírně zkráceny, nebo by musely být prodlouženy nástupní hrany na úkor okolní infrastruktury (odstranění výtahu na jižním čele I. nástupiště v případě koleje č. 5, zkrácení staniční koleje č. 402 v případě koleje č. 4). Dále existuje možnost využít staniční koleje č. 2 a 3 namísto kolejí 4 a 5 v době, kdy nejsou koleje č. 2 a 3 obsazeny jinými linkami.

Provést všechny linky navazujícími mezistaničními úseky se také podařilo, ale jedině za cenu stlačení jednotlivých linek co nejbližší k sobě (při respektování dob obsazení). Toto stlačení ve svém důsledku pevně zafixovalo časové polohy většiny linek v žst. Brno hl. n., což je stav z hlediska celosíťového plánování grafikonu nepřijatelný (časové polohy linek jsou zakotveny už v jiných uzlech sítě). Pokud bychom ve špičkové hodině doplnili na mezistaniční úseky i uvedenou rezervu (šedě podbarvené řádky v tabulce 12), nezbyvala by ve špičkové hodině v těchto úsecích už jediná volná minuta, kterou by bylo možné využít pro vložení další linky (tj. linka by do stanice nestihla vjet nebo by neměla v průběhu celého pobytu volnou staniční kolej nebo by ze stanice nestihla odjet). Do mezistaničního úseku nelze kromě doby vlastního obsazení odjet také v době, kdy je odjezdová traťová kolej blokována postavenými paralelními vlakovými cestami. Pokud by byly mezistaniční úseky vícekolejné a ve směrovém uspořádání, k blokování traťových kolejí by nedocházelo tak často. Stupeň obsazení mezistaničních úseků se i přes půlminutovou rezervu příslušející každému vjíždějícímu vlaku blíží 100%. Stupeň obsazení nejvíce zatížených prvků na zhlavích odpovídá stupni obsazení mezistaničních úseků.

Vzhledem k nedostatečné časové rezervě v mezistaničních úsecích by v reálných provozních podmínkách (nepravidelnosti provozu, požadavek na stabilitu jízdního řádu) nebylo možné střednědobý rozsah dopravy odbavit. Kapacitně nedostačující (omezující) jsou navazující mezistaniční úseky (a jim odpovídající uspořádání obou zhlaví), naopak kapacitně dostačující je počet staničních kolejí a nástupních hran.

Tabulka 12. Rozsah provozu, střednědobý výhled, rok 2025

| segment | linka | směr | takt v ŽUB | | počet párů | | proklad s [linka, takt po prokladu] | zhlaví | časová poloha (návrh v DP) | | délka vlaku |
|--|-------|--|---------------|------------|---------------|------------|--|------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|
| | | | celoden 4-21h | špička 2 h | celoden 4-21h | špička 2 h | | | výchozí/končící linky: z Brna | do Brna | |
| dálková osobní doprava (MDČR) | | | | | | | | | | | |
| Ex | 3 | Praha - Pardubice - Wien/Budapest | 60 | 30 | 18+10 | 2+2 | | JS | X:04-07,34-37 | X:04-07,34-37 | 205 |
| IC | 12 | Brno - Olomouc | 60 | 60 | 18 | 2 | | úJ | X:28 | X:21 | 190 |
| R | 8 | Brno - Přerov - Bohumín | 60 | 60 | 18 | 2 | R12, 30' | úJ | X:41 | X:28 | 190 |
| | 9 | Praha - Havl.Brod - Brno | 60 | 60 | 18 | 2 | | úS | X:35 | X:25 | 190 |
| | 11 | Brno - Jihlava - Č.Budějovice | 120 | 120 | 9 | 1 | | úJ | L:20 | L:12 | 190 |
| | 12 | Brno - Vyškov - Olomouc - (...) | 60 | 60 | 18 | 2 | R8, 30' | JS (R2/19) | X:11 | X:58 | 190 |
| | 13 | Brno - Břeclav - Otrokovice - Olomouc | 120 | 120 | 9 | 1 | R5 JMK, 60' | úJ | L:26 | L:18 | 190 |
| | 19 | Praha - Pardubice - Brno | 120 | 120 | 9 | 1 | R2 JMK, 60' | JS (R12) | L:04 | S:55 | 190 |
| regionální osobní doprava (JMK) | | | | | | | | | | | |
| S | 1 | Brno - Sokolnice - Slavkov | 30 | 30 | 36 | 4 | | úJ | X:06,36 | X:01,31 | 170 |
| | 2 | Letovice/Boskovice - Brno - Zastávka u Brna (- Třebíč) | 15 | 15 | 62 | 8 | S3 | JS | X:07-09,22-24,37-39,52-55 | X:07-09,22-24,37-39,52-54 | 170 |
| | 3 | Křižanov/Nedvědice - Tišnov - Brno - Hrušovany u B. - Židlochovice/Hustopeče | 15 | 15 | 62 | 8 | S2 | JS | X:00-02,15-17,30-32,45-47 | X:00-02,15-17,30-32,45-47 | 170 |
| | 41 | Brno - Ivančice/Mirotslav | 30 | 30 | 31 | 4 | | úJ | X:22,52 | X:17,47 | 170 |
| | 7 | Brno - Rousínov - Vyškov na M. | 30 | 30 | 31 | 4 | R+S6, ~15' | úJ | X:09,39 | X:04,34 | 170 |
| R+S | 6 | Brno - Kyjov - Veselí na M. | 30 | 30 | 36 | 4 | S7, ~15' | úJ | X:23,53 | X:18,48 | 170 |
| R | 2 | Brno - Letovice (- Choceň) | 120 | 120 | 9 | 1 | R19 60' | JS (R12) | S:04 | L:55 | 170 |
| | 5 | Brno - Břeclav - Hodonín | 120 | 120 | 9 | 1 | R13 60' | úJ | S:26 | S:18 | 170 |
| rezerva: | | | | | | | | | | | |
| | | 2x IC12 za 60 min (30min takt) | | | | | | úJ | X:58 | X:51 | |

8.4 Dlouhodobý výhled, rok 2040

Kapacitní posouzení pro dlouhodobý výhled je obsahem přílohy 3.2 diplomové práce.

Dlouhodobý výhled je posouzen pro stav:

- s tunelovou spojkou Ponava,
- s mimoúrovňovou spojkou Brno hl. n. – Brno-Slatina,
- se zaústěním tratí RS
 - RS 1 od Prahy od jihu,
 - RS 1 od Ostravy od severu (přes spojku Slatina),
 - RS 2 od Břeclavi od jihu,
- bez severojižního kolejového diametru (SJKD) – z kapacitního pohledu horší případ.

Směrovost návazných traťových kolejí na jižním zhlaví je následující:

- koleje č. 1 a 3: Modřice, Střelice, RS 1 směr Praha,
- koleje č. 2 a 4: Brno-Černovice, Brno-Chrlice (počítá se s kolejovým propojením v Komárově), RS 2 směr Břeclav.

Jiné přidělení směrů na koleje zaústěné do jižního zhlaví (např. RS 1 na kolej č. 2 a 4, RS 2 na koleje 1 a 3) při posuzování vždy skončilo neprovedením požadovaného rozsahu dopravy, a proto není možné. Uvedené přidělení směrů vykazuje nejvyšší rovnoměrnost zatížení všech 4 kolejí, což je pro dosažení maximální možné kapacity zásadní.

Rozsah provozu byl převzat z části D001 studie [05], kapitol 4.2.3 a 4.3.3, a upraven podle závěrečných připomínek k této studii.

V připomínkách je požadováno:

- ze strany MDČR:
 - zrušení linky IC 12: Brno – Olomouc,
 - zrušení linky R 32: Brno – Znojmo,
 - zrušení linky R 33: (Praha –) Jihlava – Brno,
 - zrušení linky R 34: Brno – Mikulov na Moravě (– Břeclav),
- ze strany JMK:
 - prodloužení intervalu linky R4 IDS JMK: Brno – Třebíč – Jihlava z 60 minut na 120 minut.

Přehledně je rozsah provozu uveden v tabulkách 13 a 14.

Šedě podbarvené řádky v tabulce 14 znázorňují linky, které by oproti požadovanému rozsahu bylo možné do hodinové špičky vložit navíc. Naopak nevložením těchto linek by byla mírně navýšena časová rezerva. Oranžově podbarvené linky v tabulce 13 jsou linky připomínkové, a proto do kapacitního posouzení nezahrnuté.

Vysvětlivky ke sloupcům „zhlaví“ a „RS“ tabulek 13 a 14, které popisují, jakým způsobem jsou vedeny vlaky příslušných linek přes stanici Brno hl. n., jsou uvedeny níže.

| sloupec „zhlaví“ | | sloupec „RS“ | |
|------------------|------------------------------|--------------|--------------------------|
| zkratka | význam | zkratka | význam |
| JS | obě zhlaví = průjezd | 1P | směr Praha po RS 1 |
| JS p | obě zhlaví, polookružní | 1O | směr Ostrava po RS 1 |
| SŽ | severní zhlaví, Židenice | 2 | směr Břeclav po RS 2 |
| SK | severní zhlaví, Královo Pole | ne | linka nevyužívá tratě RS |
| J | jižní zhlaví | | |
| ú | úvrať | | |

Polookružní vedení linky znamená, že je linka v žst. Brno hl. n. ukončena průjezdným způsobem. Linka ŽUB projíždí následovně a pouze v uvedeném směru: Vyškov/Bučovice – Šlapanice – Brno-Slatina – Brno-Černovice – (Brno-Komárov) – Brno hl. n. – spojka Slatina – Brno-Slatina – Šlapanice – Vyškov/Bučovice. Opačný směr provázení je provozně nevýhodný, protože vyžaduje minimálně jedno křížení na zhlaví s kolejemi směru Brno-Horní Heršpice/Černovice/Chrlice – Brno hl. n. – Brno-Královo Pole/Židenice. Tento atypický způsob vedení a ukončení linek je zvolen z důvodu snahy o rovnoměrnější zatížení obou zhlaví. Týká se linek: R 8 od Bohumína, R 12 od Olomouce, S+R6 od Bučovic a S7 od Vyškova.

V případě linky S1 se nepočítá s jejím vedením SJKD, ale s vedením uvedeným v příloze 3b studie [05]. Ve stejném smyslu je dotčeno i vedení linky S3. Linka S37 je trasována mimo žst. Brno hl. n., v této práci se proto vůbec neobjevuje.

Tabulka 13. Rozsah provozu, dlouhodobý výhled, rok 2040, 1. část

| segment | linka | směr | takt v ŽUB | | počet párů | | proklad s | RS | zhlaří | časová poloha (návrh v DP) | | délka vlaku |
|-------------------------------|-------|--|-----------------|------------|-----------------|------------|-------------|-------|--------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| | | | celodenní 4-21h | špička 2 h | celodenní 4-21h | špička 2 h | | | | východí/končí linky: z Brna do Brna | průjezdné linky: lichý směr sudý směr | |
| dálková osobní doprava (MDČR) | | | | | | | | | | | | |
| Ex | 1 | ... - Praha - Brno - Ostrava - ... | 30 | 30 | 36 | 4 | Ex3, 15' | 1P-10 | JSŽ | X:58-02,28-32 | X:58-02,28-32 | 205 |
| | 2 | Praha - (Jihlava/Havl.Brod) - Brno - Olomouc/Zlín | 30 | 30 | 36 | 4 | | 1P-10 | JSŽ | X:19-22,49-52 | X:18-21,48-51 | 205 |
| | 3 | Praha - Brno - Wien/Budapest | 30 | 30 | 36 | 4 | Ex1, 15' | 1P-2 | úJ | X:13-16,43-46 | X:16-19,46-49 | 205 |
| | 35 | Hradec Králové - Pardubice - Brno - ... (Wien/Znojmo?) | 60 | 60 | 18 | 2 | | 2 | JSŽ | X:31-34 | X:01-04 | 150 |
| | 30 | Břeclav/Wien - Brno - Ostrava - PL | 60 | 60 | 18 | 2 | | 2-10 | JSŽ | X:01-04 | X:31-34 | 205 |
| IC | 12 | Brno - Olomouc | 60 | 60 | 18 | 2 | | 10 | - | - | - | 190 |
| R | 8 | Brno - Přerov - Bohumín | 60 | 60 | 18 | 2 | | 10 | JSp | X:14 | X:09 | 205 |
| | 9 | Praha - Havl.Brod - Brno | 60 | 60 | 18 | 2 | | 1P | úSK | X:22 | X:12 | 205 |
| | 11 | Brno - Jihlava - Č.Budějovice | 60 | 60 | 18 | 2 | | 1P | úJ | X:17 | X:09 | 205 |
| | 12 | Brno - Vyškov - Olomouc - (...) | 60 | 60 | 18 | 2 | R31, 30' | 10 | JSp | X:44 | X:39 | 190 |
| | 13 | Brno - Břeclav - Otrokovice - Olomouc | 120 | 120 | 9 | 1 | R5 JMK, 60' | ne | úJ | L:39 | L:25 | 190 |
| | 19 | Praha - Pardubice - Brno | 60 | 60 | 18 | 2 | | ne | úSŽ | X:50 | X:39 | 205 |
| | 31 | Brno - Zlín | 60 | 60 | 18 | 2 | R12, 30' | 10 | úSŽ | X:16 | X:09 | 205 |
| | 32 | Brno - Znojmo | 60 | 30 | 28 | 4 | | 2 | - | - | - | 150 |
| | 33 | (Praha -) Jihlava - Brno | 60 | 60 | 18 | 2 | | 1P | - | - | - | 205 |
| | 34 | Brno - Mikulov na Moravě (- Břeclav) | 60 | 60 | 18 | 2 | | 2 | - | - | - | 150 |

Tabulka 14. Rozsah provozu, dlouhodobý výhled, rok 2040, 2. část

| segment | linka | směr | takt v ŽUB | | počet párů | | proklad s [linka, takt po prokladu] | RS | zhřav viz vysvětlivky | časová poloha (návrh v DP) | | délka vlaku [m] |
|--|-------|--|-----------------------------|---------------|------------------|---------------|--|----|-----------------------------|---|---|-----------------------|
| | | | celoden 4-21h | špička 2 h | celoden 4-21h | špička 2 h | | | | východí/končící linky: z Brna do Brna | průjezdné linky: lichý směr sudý směr | |
| regionální osobní doprava (JMK) | | | | | | | | | | | | |
| S | 1 | Brno - Sokolnice - Slavkov | 30 | 30 | 36 | 4 | | ne | úJ | X:01,31 | X:56,26 | 170 |
| | | (Březová n/S -) Letovice/Boskovice - Brno - Zastávka u B. - Náměstí n/O (- Třebíč) | 15 | 15 | 62 | 8 | | ne | JSŽ | X:04-06,22-24,34-36,52-54 | X:04-06,22-24,34-36,52-54 | 170 |
| | | Křížanov/Nedvědice - Tišnov - Brno - Hrušovany u B. - Židlochovice/Hustopeče | 15 | 15 | 62 | 8 | | ne | JSK | X:16-19,31-34,46-49,01-04 | X:09-11,24-26,39-41,54-56 | 170 |
| | 41 | Brno - Střelice - Moravské Bránice - Ivančice/ - Moravský Krumlov (- Miroslav) | 60 | 30 | 18 | 4 | | ne | úJ | X:13,43 | X:02,32 | 140 |
| | 6 | Brno - Brno-Slatina - Blažovice - Bučovice | 120 | 60 | 18 | 2 | | ne | JS p | X:10 | X:06 | 170 |
| | 7 | Brno - Brno-letiště Tuřany - Vyškov na M. | 60 | 30 | 36 | 4 | | ne | JS p | X:26,56 | X:22,52 | 170 |
| R | 4 | Brno - Třebíč - Jihlava | 120 | 120 | 18 | 1 | R11, 30' | ne | úJ | S:04 | L:49 | 170 |
| | 5 | Brno - Břeclav - Hodonín | 120 | 120 | 9 | 1 | R13, 60' | ne | úJ | L:04 | S:49 | 170 |
| | 6 | Brno - Blažovice - Veselí na M. | 120 | 60 | 18 | 2 | | ne | JS p | X:40 | X:36 | 170 |
| rezerva: | | | | | | | | | | | | |
| | | 1x úvrat' Modřice/Střelice - B - Modřice/Střelice | R32+R34 | | | | | | úJ | X:09 | X:55 | |
| | | 1x úvrat' Židenice/Slatina - B - Židenice/Slatina | IC12 | | | | | | úSŽ | X:48 | X:42 | |
| | | 1x R13 v lichou/sudou hodinu nevyužita | Ize 2x zvýšit frekvenci R13 | | | | | | | | | |

Oproti střednědobému výhledu je zatížení obou zhlaví dle návrhu provázení vlaků pro dlouhodobý výhled podstatně rovnoměrnější, což přispívá k daleko vyšší propustné výkonnosti. Jak dokládá příloha 3.2, požadovaný rozsah dopravy se podařilo provést s následujícími omezeními:

- linky S41, R4 a R5 jsou při svém příjezdu do Brna hl. n. vedeny proti správnému směru po traťové koleji č. 3,
 - časová mezera mezi okamžikem uvolnění koleje předchozím vlakem správného směru a okamžikem počátku obsazení koleje vjíždějícím vlakem proti správnému směru je jen minimální (méně než 1 min),
 - vjíždějící vlak tedy buď bude muset čekat na uvolnění koleje na předjízdné koleji č. 661 v obvodu odstavného nádraží A, nebo bude muset být most přes Svatku rozšířen a doplněn o další kolej určenou pro uvedené linky.
- doba pro provedení úvratě linky Ex3 v Brně hl. n. je jen 3 minuty (u všech ostatních linek s úvratí vždy minimálně 5 minut),
 - delší doby pobytu se i po několika iteracích přeuspořádání vlakových cest nepodařilo dosáhnout,
 - lze předpokládat umožnění delšího pobytu po zavedení ETCS L2 a ASVC,
 - dobu úvratě lze zkrátit součinností dvou strojvedoucích na obou koncích vlakové soupravy během doby pobytu (jeden strojvedoucí pro úsek Praha – Brno, druhý strojvedoucí pro úsek Brno – Wien/Budapest),
 - v roce 2040 už pravděpodobně bude doba 3 minut na provedení úvratě reálně dosažitelná.
- linka S3 ve směru do Tišnova střídavě využívá staniční koleje č. 5 a 6 a jim odpovídající nástupní hrany.

Poznámky k uvedeným trasám provozní rezervy:

- úvrat' Modřice/Střelice – Brno hl. n. – Modřice/Střelice
 - lze využít k zavedení linek R 32 + R 34 za následujících podmínek:
 - vlakové soupravy obou linek by při pohybu v obvodu hlavního nádraží musely být spojené (obě přijíždějí pro RS 2 od Břeclavi, ke spojení souprav by mohlo dojít např. v Brně-Horních Heršpicích),
 - odjezd a příjezd je v rozkreslení obsazení zhlaví v čase naplánován po traťových kolejích č. 1 a 3, musela by tedy existovat možnost dostat se z těchto kolejí v Brně-Horních Heršpicích na koleje trati RS 2 ve směru Břeclav,

- linku R 32 lze alternativně nahradit prodloužením linky Ex35 do Znojma.
- úvrat' Židenice / Slatina – Brno hl. n. Židenice / Slatina
 - lze využít k zavedení linky IC 12
- trasa linky R 13 zůstává jedenkrát za 120 minut nevyužita
 - linku R 13 lze provozovat v taktu 60 minut
- případné zavedení linky R 33 je podmíněno rozšířením mostu přes Svratku a doplněním alespoň jedné koleje pro vlaky směru Střelice (Jihlava).

Požadovaný rozsah dopravy se ve stanici podařilo odbavit. Velikost rezervy kapacity nejvíce zatížených staničních kolejí i nástupních hran je dostačující. V příloze 3.2 se celková doba obsazení vybraných staničních kolejí a nástupních hran může jevit jako příliš vysoká (> 75 % výpočetní doby). Je to dáno zjednodušenou metodikou rozkreslení dob obsazení kolejí v čase. Zjednodušená metodika neumožňuje korektně zobrazit půlminutovou rezervu příslušející každému vjíždějícímu vlaku (viz kapitola 8.1.2) a postupný rozpad vlakové cesty za každým vlakem (dřívější uvolnění staniční koleje).

Provézt všechny linky navazujícími mezistaničními úseky se také podařilo, ale jedině za cenu stlačení jednotlivých linek co nejbližší k sobě (při respektování dob obsazení). Toto stlačení ve svém důsledku pevně zafixovalo časové polohy většiny linek v žst. Brno hl. n., což je stav z hlediska celosíťového plánování grafikonu nepřijatelný (časové polohy linek jsou zakotveny už v jiných uzlech sítě). Pokud bychom ve špičkové hodině doplnili na mezistaniční úseky i uvedenou rezervu (šedě podbarvené řádky v tabulce 14), nezbyvala by ve špičkové hodině v těchto úsecích už jediná volná minuta, kterou by bylo možné využít pro vložení další linky (tj. linka by do stanice nestihla vjet nebo by neměla v průběhu celého pobytu volnou staniční kolej nebo by ze stanice nestihla odjet). Do mezistaničního úseku nelze kromě doby vlastního obsazení odjet také v době, kdy je odjezdová traťová kolej blokována postavenými paralelními vlakovými cestami. Pokud by byly mezistaniční úseky vícekolejné a ve směrovém uspořádání, k blokování traťových kolejí by nedocházelo tak často. Stupeň obsazení mezistaničních úseků se i přes půlminutovou rezervu příslušející každému vjíždějícímu vlaku blíží 100%. Stupeň obsazení nejvíce zatížených prvků na zhlavích odpovídá stupni obsazení mezistaničních úseků.

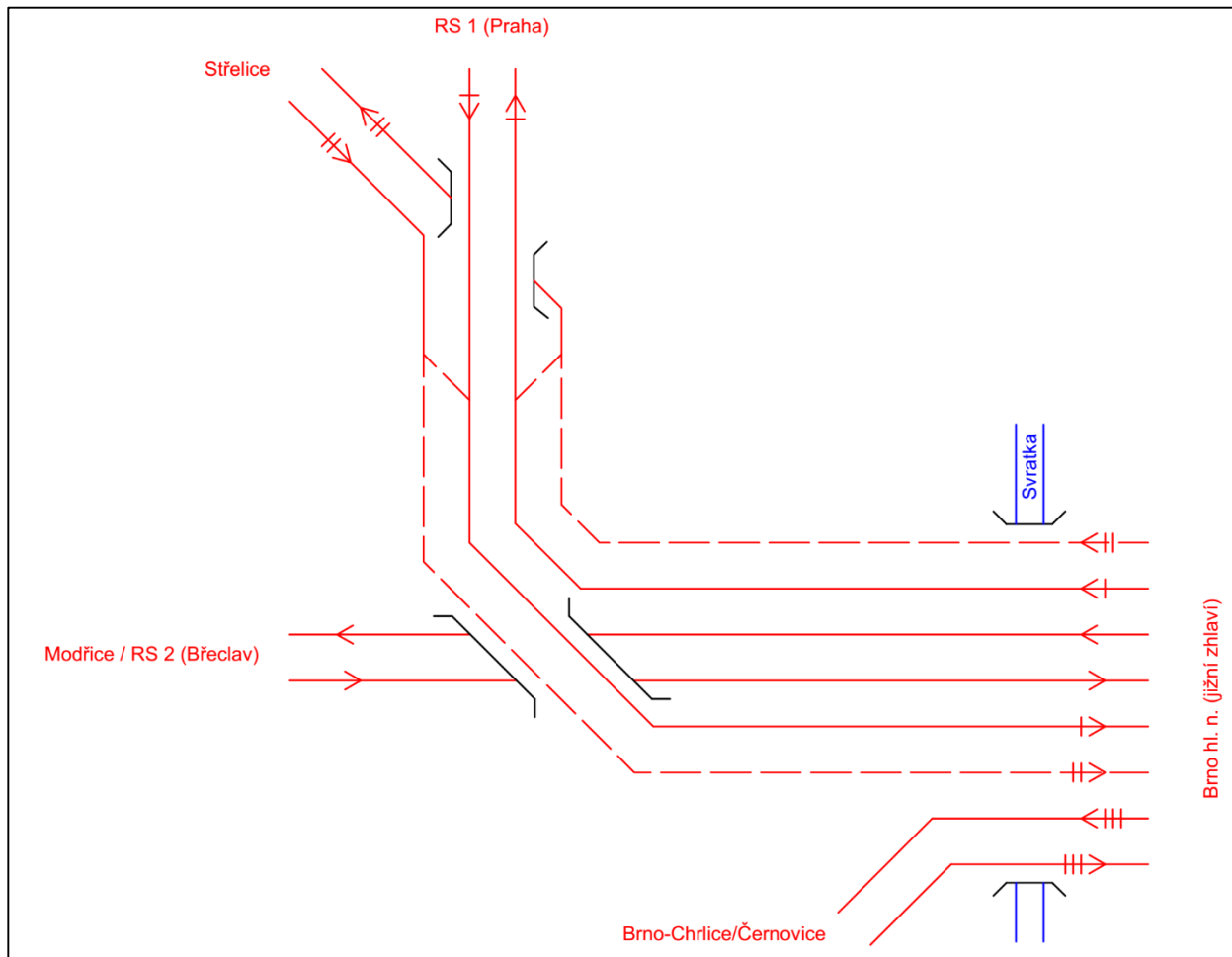
Vzhledem k nedostatečné časové rezervě v mezistaničních úsecích by v reálných provozních podmínkách (nepravidelnosti provozu, požadavek na stabilitu jízdního řádu) nebylo možné dlouhodobý rozsah dopravy odbavit. Kapacitně nedostačující (omezující) jsou navazující mezistaniční úseky (a jim odpovídající uspořádání obou zhlaví), kapacitní využití staničních kolejí a nástupních hran je ještě provozně únosné.

9 DOPORUČENÉ ÚPRAVY IDEOVÉHO ZÁMĚRU

Na základě závěrů a poznatků z provedených kapacitních posouzení byly navrženy níže uvedené úpravy ideového záměru (viz kapitola 5) a technického řešení (viz kapitola 7). Doporučené úpravy jsou navrženy tak, aby bylo umožněno provozně stabilní odbavení rozsahu dopravy dlouhodobého výhledu (rok 2040) při existenci spojky Slatina (průjezdny model). Úvratové provázení většiny vlaků v dlouhodobém výhledu (bez spojky Slatina) podle vzoru střednědobého výhledu by kladlo extrémní nároky na jižní zhlaví, a proto se nejeví jako proveditelné. Po doplnění doporučených úprav by s velkou pravděpodobností mohly být odstraněny i nesystémové zásahy do časových poloh jednotlivých linek (např. nesymetrie, zakotvení časových poloh většiny linek v Brně hl. n.) a provozně neideální situace vyjmenované v kapitolách 8.3 a 8.4 (např. jízdy proti správnému směru).

Jako kapacitně omezující (nedostačující) se ukázaly všechny mezistaniční úseky navazující na obě zhlaví. Naopak staniční koleje a nástupní hrany vykazaly ve všech případech posouzení dostatečnou kapacitu. Základním doporučením je tedy zkapacitnění navazujících mezistaničních úseků vč. odpovídajícího přizpůsobení obou zhlaví. Přivedení co největšího počtu tratí do obou zhlaví hlavního nádraží však musí být provedeno ve směrovém uspořádání, aby poklesl počet vlakových cest vedených přes zhlaví přes koleje opačných směrů. Tím by se teprve plně využil potenciál navrženého směrového uspořádání staničních kolejí.

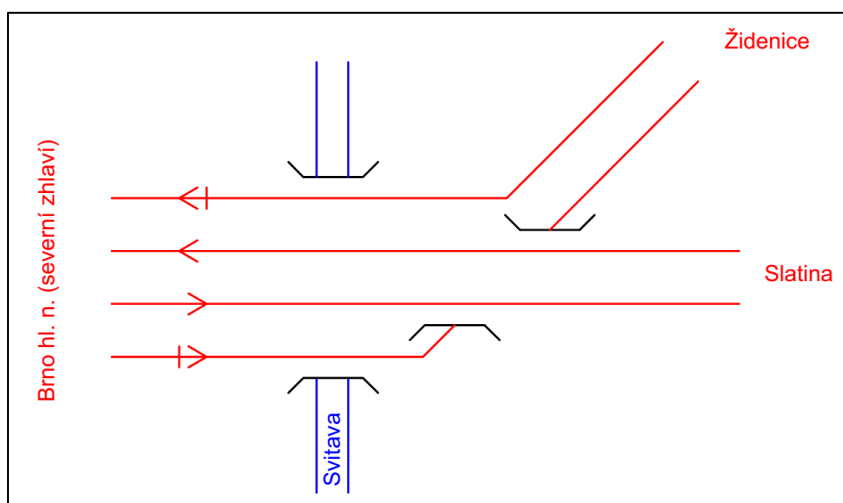
Na jihu je v mezistaničním úseku Brno hl. n. – Brno-Horní Heršpice doporučeno navýšení počtu traťových kolejí ze čtyř na šest, v ideálním případě na osm. Jižní zhlaví by mělo být navrženo v alespoň částečném směrovém uspořádání, které by lépe odpovídalo směrovému uspořádání staničních kolejí. Plné směrové uspořádání jižního zhlaví bohužel nepřipadá v úvahu vzhledem k nedostatečné vzdálenosti pro zřízení mimoúrovňového vykřížení kolejí ve směrovém uspořádání mezi koncem jižního zhlaví a místem odbočení trati směru Brno-Černovice/Brno-Chrlice od kolejí ostatních směrů (trať do Černovic a Chrlic odbočuje příliš blízko mostu přes Svatku). Uspořádání dvou nejvýchodnějších kolejí by tedy muselo zůstat traťové. Uspořádání čtyř až šesti zbylých západních kolejí by už však mohlo být směrové. Koleje pro směr RS 1 (Praha) → Brno hl. n. a Střelice → Brno hl. n. by musely být mimoúrovňově převedeny nad trať Brno – Modřice v prostoru žst. Brno-Horní Heršpice a jižně od ní. Možnost realizace takového mimoúrovňového křížení by musela být prověřena podrobněji. V případě možnosti realizovat pouze čtyři (ne šest) směrově uspořádané koleje by trať do/od Střelice musela sdílet s tratí RS 1 společný úsek od žst. Brno hl. n. po odb. Vídeňská nebo až do prostoru Ostopovic. Podstatně vyšší kapacitu a provozní stabilitu by však přineslo pouze řešení se všemi šesti směrově uspořádanými kolejemi. Schematické znázornění částečně směrového uspořádání jižního zhlaví a následného rozpletu jednotlivých tratí dále na jihu je na obrázku 6.



Obrázek 6. Doporučené úpravy ideového záměru - jižní část. Čárkované koleje nejsou součástí šestikolejně varianty.

Na severu je v úseku Brno hl. n. – spojka Slatina doporučeno navýšení počtu traťových kolejí ze dvou na čtyři (rozšíření náspu pomocí kolmých železobetonových opěrných zdí, které by co nejméně zasahovaly za hranice drážních pozemků), zavedení směrového uspořádání (dvě vnitřní koleje do Slatiny, dvě vnější koleje do Židenic) a mimoúrovňové vykřížení rozpletu kolejí do traťových uspořádání. Ve stávající výškové úrovni náspu mezi hlavním nádražím a žst. Brno-Židenice by zůstala trať do Židenic. Trať do Slatiny by tuto výškovou úroveň musela opustit. Nabízejí se dvě varianty řešení, obě velmi technicky náročné – varianta na mostním objektu a varianta tunelová.

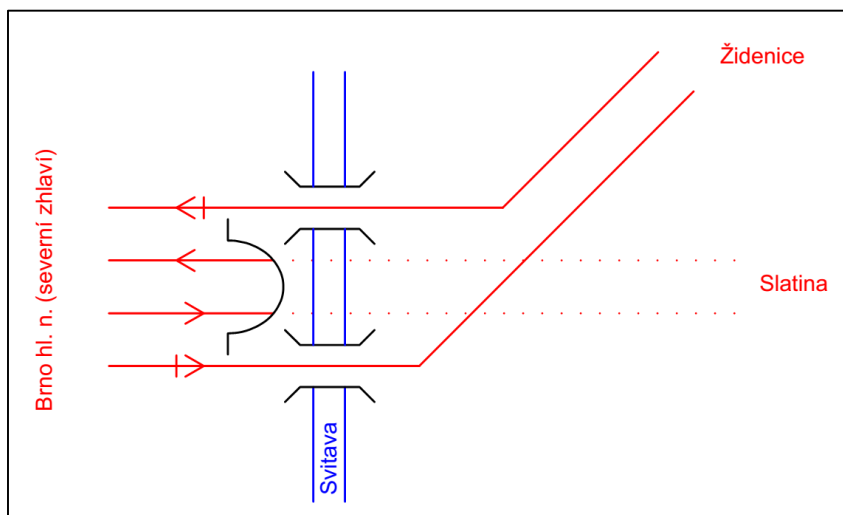
- Ve variantě vedení spojky Slatina na mostním objektu by dvě vnitřní koleje do Slatiny do výškové úrovně nad kolejí Brno hl. n. → Brno-Židenice mohly začít stoupat už bezprostředně po dosažení přímého úseku na náspu za koncem severního zhlaví hlavního nádraží. Ve výškové úrovni nad touto kolejí by spojka pokračovala dále nad soukromými průmyslovými i obytnými pozemky a posléze by mimoúrovňově překročila i koleje černovické spojky a černovického trianglu. Zapojení do trati Brno-Černovice – Brno-Slatina je doporučeno v ideálním případě z jihu, čímž by se odstranil i poslední kolizní bod na polookružní smyčce (viz kapitola 5 a obrázek 3). Výška mostní konstrukce spojky Slatina (vyvolaná nutností překročit kolej do Židenic, koleje černovické spojky a černovického trianglu umístěné na už tak zvýšených náspech) by ale v tomto provedení znamenala necitlivý zásah do prostředí města a pohledových panoramat. Na druhou stranu by zásah v podobě umístění jen vysokých pilířů mostu na soukromé pozemky mohl znamenat možnost částečného zachování i vyšších průmyslových budov pod mostem. Schematické znázornění směrového uspořádání severního zhlaví a následného rozpletu jednotlivých tratí s mostní variantou vedení spojky Slatina je na obrázku 7.



**Obrázek 7. Doporučené úpravy ideového záměru - severní část.
Spojka Slatina ve variantě s mostním objektem.**

- Ve variantě vedení spojky Slatina tunelem pod městem by dvě vnitřní koleje do Slatiny musely poklesnout do tělesa náspu (mezi žst. Brno hl. n. a Brno-Židenice) a kolej Brno hl. n. → Brno-Židenice by musely podejít. Současně by však musely podejít i usměrněné koryto řeky Svitavy. Na pokles kolejí od začátku náspu po západní břeh Svitavy je k dispozici zhruba 600 m. Následujícím tunelovým úsekem by trať podešla soukromé pozemky i koleje černovické spojky a černovického trianglu. Východní portál tunelu by se mohl nacházet buď v prostoru kolejového trianglu v Černovicích, z prostorových důvodů

pravděpodobněji a z provozních důvodů ideálně ale až ve Slatině. Schematické znázornění směrového uspořádání severního záhlaví a následného rozpletu jednotlivých tratí s tunelovou variantou vedení spojky Slatina je na obrázku 8.



Obrázek 8. Doporučené úpravy ideového záměru - severní část. Spojka Slatina v tunelové variantě.

Technické řešení spojky Slatina je v každém případě velmi složité a muselo by být prověřeno samostatnou studií. Pokud by se ale zčtyřkolejnění a spojku Slatina podařilo zrealizovat, bylo by možné ustoupit od podobně náročně proveditelné tunelové spojky Ponava.

Na závěr nelze vynechat ani otázku cíleného zkapacitnění všech ostatních traťových úseků na území ŽUB. Při zachování současného stavu nebudou tyto úseky schopny požadovaný rozsah dopravy k hlavnímu nádraží vůbec přivést. Nedostatek kapacity na tratích zaústěných do velkých uzlových stanic je však problémem, který se objevuje nejen v Brně, ale celosíťově (zejména v železničním uzlu Praha).

10 ZÁVĚR

Základní vstupní podmínkou pro zhotovení diplomové práce bylo vycházet z ideového záměru modernizace ŽUB vypracovaného Ing. Zdeňkem Procházkou. Prvním požadavkem bylo rozpracovat vybrané koncepční návrhy v něm obsažené (uspořádání a směrové vedení kolejiště žst. Brno hl. n., spojky Ponava a Slatina) do konkrétního geometrického řešení a podrobit je kapacitnímu posouzení na výhledové stavy rozsahu dopravy.

Druhým základním požadavkem zadání bylo nepřekročit při návrhu technického řešení hranice stávajících drážních pozemků. Výjimečně a v odůvodněných případech požadavek připouštěl lokální zásah do pozemků veřejných. Až na jedinou drobnou výjimku v podobě lokálního zásahu do soukromého pozemku, navíc jen v úrovni nad terénem (vnitřní směrový oblouk na mostní konstrukci na severním zhlaví), se tento požadavek podařilo splnit ve variantě bez spojky Ponava, bez spojky Slatina a bez zaústění tratí RS (stav odpovídající střednědobému výhledu rozsahu dopravy). Varianta s oběma spojkami a se zaústěním tratí RS (stav odpovídající dlouhodobému výhledu rozsahu dopravy) si bezpodmínečně vyžádá rozsáhlý zábor nejen veřejných, ale také soukromých pozemků.

Při návrhu kolejiště a nástupišť stanice bylo použito mnoho nestandardních a v prostorově neomezujících podmínkách neodůvodnitelných technických řešení. Za všechny lze zmínit například použití minimálních hodnot poloměrů směrových oblouků 190 m, minimálních hodnot šířek ostrovních (6,1 m) i vnějších (3,0 m, lokálně i 2,5 m) nástupišť, navržení kolejových křižovatek ve směrových obloucích nebo navržení složených oblouků jen proto, aby 24 m za čelem nástupiště bylo dosaženo alespoň minimálního poloměru oblouku nacházejícího se u nástupištní hrany (300 m).

Ačkoliv to tak při letmém pohledu na výkres situace nevypadá, je geometrické řešení jednotlivých prvků (směrových oblouků, výhybkových konstrukcí apod.) v kolejišti velmi komplexně a úzce provázáno. Například parametry zdánlivě nepodstatného oblouku na jedné straně stanice skrytě silně ovlivňují podobu technického řešení na zcela opačném konci stanice. Při změně jediného parametru oblouku nebo výhybky na jedné straně stanice bylo při návrhu nutno projít v podstatě celou stanicí znovu a prověřit, zda někde nedošlo například k nepřijatelnému zkrácení délky mezipřímé apod. Poslední věta poměrně přesně vystihuje způsob postupu při zpracovávání této diplomové práce.

Kapacitní posouzení v případě střednědobého i dlouhodobého výhledu prokázala, že požadovaný rozsah dopravy ve stanici samotné odbavit lze. Dostatečná kapacita staničních kolejí a nástupních hran navrhovaného řešení je doložena v přílohách 3.1 a 3.2. Jako kapacitně nedostačující se však ukázaly mezistaniční traťové úseky, které na stanici navazují a které ideový

záměr odpovídajícím způsobem nezkapacitňuje. Požadovaný rozsah dopravy se sice i těmito traťovými úseky teoreticky provézt podařilo, nicméně pouze bez dostatečné časové rezervy (stupeň obsazení se během špičkové hodiny limitně blíží 100 %), což je v reálných provozních podmínkách nepřipustné (nepravidelnosti provozu, požadavek na stabilitu jízdního řádu). V případě odpovídajícího nezkapacitnění návazných traťových úseků by odbavení požadovaného rozsahu dopravy ve střednědobém ani dlouhodobém výhledu nebylo možné.

Nedostatečná kapacita navazujících traťových úseků také vede k nutnosti pevné fixace časových poloh většiny linek v žst. Brno hl. n. Bez časové fixace linek v Brně hl. n. by odbavení všech požadovaných linek nebylo proveditelné. Zakotvení velkého počtu linek v jednom bodě sítě není v reálných podmínkách plánování grafikonu možné vzhledem k časovým požadavkům ostatních bodů sítě. V případě požadavku na vyšší variabilitu časových poloh v ŽUB (tj. nejen posun všech linek o konstantní časovou hodnotu, ten možný je) z důvodu už existujícího zakotvení časových poloh v jiných uzlech sítě by bylo nutné kapacitní posouzení znovu iterativně projít a ověřit možnosti posunutí konkrétní časové polohy prioritní linky.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti si autor diplomové práce dále nad rámec zadání dovolil navrhnout několik zásahů do stávající infrastruktury ŽUB. Jejich doplněním do ideového záměru a technického řešení by návrh ŽUB mohl být s velkou pravděpodobností po provozní stránce funkční (vč. schopnosti odbavení rozsahu dopravy v dlouhodobém výhledu). Tyto návrhy jsou popsány v kapitole 9, mají doporučující a koncepční charakter a možnost jejich realizace by musela být podrobněji technicky prověřena. Úpravy kolejiště samotné stanice (obou zhlaví) vyvolané doporučenými zásahy do navazujících mezistaničních úseků budou spíše v úrovni detailu (jednotlivostí) než celkové změny koncepce geometrického řešení předkládaného v této práci.

Kapacitě staničních kolejí, zhlaví, navazujících traťových úseků i ostatních tratí v celém ŽUB by dále pomohlo, kdyby v budoucnu bylo zavedeno řízení, organizování a zabezpečení železničního provozu pomocí ETCS L2 a ASVC. Tyto systémy by umožnily výrazné zkrácení technologických dob obsazení prvků infrastruktury. Do budoucna lze očekávat i pokračování obnovy vozového parku dopravců. Neustále se zlepšující dynamické jízdní vlastnosti nových hnacích vozidel a ucelených jednotek tedy také znatelně přispějí ke zlepšení kapacitní bilance nejen v Brně, ale i v celé ostatní síti.

Zásadní myšlenkou bylo navržení staničních kolejí a posléze i návazných traťových úseků ve směrovém uspořádání, které přispívá k vyšší kapacitě díky minimalizaci křížných cest vlaků opačných směrů. Jedině tímto způsobem je možné redukovat počet staničních kolejí a výhybkových konstrukcí ve zhlavích na funkční minimum, a vejít se tak s technickým řešením do stísněného prostoru centra města.

Zhotovení diplomové práce přineslo autorovi mnoho nových zkušeností a poznatků souvisejících nejen s projekční a dopravně-technologickou činností, ale i s procesem územního a strategického plánování města. Velmi obohacující bylo rovněž studium historického vývoje uspořádání ŽUB zasazeného do kontextu významných společensko-politických změn a událostí. Nezanedbatelnou zkušeností bylo také sledování vývoje postojů veřejnosti, politické reprezentace a odborné sféry k otázce přesunu nádraží.

11 POUŽITÉ ZDORJE

11.1 Literatura

- [01] ČSN 73 4959. *Nástupiště a nástupištní přístřešky na dráhách celostátních, regionálních a vlečkách*. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [02] ČSN 73 6320. *Průjezdny průřezy na dráhách celostátních, dráhách regionálních a vlečkách normálního rozchodu*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [03] ČSN 73 6320 ZMĚNA Z1. *Průjezdny průřezy na dráhách celostátních, dráhách regionálních a vlečkách normálního rozchodu*. Praha: ÚNMZ, 2012.
- [04] ČSN 73 6360-1. *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha. Část 1 – projektování*. Praha: ÚNMZ, 2008.
- [05] *Dopracování variant řešení železničního uzlu Brno*. Praha: IKP CE, s.r.o., 2014.
- [06] Předpis ČD (SŽDC) D24. *Předpisy pro zjišťování propustnosti železničních tratí*. Praha: ČSD, 1965.
- [07] Směrnice SŽDC č. 104. *Provozní intervaly a následná mezidobí*. Praha: SŽDC, s. o., 2013.
- [08] *Staniční řád železniční stanice Brno hlavní nádraží (vč. příloh)*. Praha: SŽDC, s. o., 2014.

11.2 Internetové zdroje

- [09] Allgemeines Forum: Zp9-Säule, Signale zeitgesteuert oder fahrweggesteuert?. STÜCKGUT-SCHNELLVERKEHR. *Drehscheibe Online Foren* [online]. 2013 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.drehscheibe-online.de/foren/read.php?3,6360801,6360801#msg-6360801>
- [10] BINKO, Marek. ŽUB 175 let. *Marek Binko* [online]. 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://binko.wz.cz/2014-3.pdf>
- [11] Brněnská nádraží. PROCHÁZKA, Zdeněk. *Nový záměr řešení nádraží ve středu města* [online]. 2014 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: http://www.petpe.cz/Brnenska_nadrazi_.pdf
- [12] Brno hlavní nádraží. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Brno_hlavn%C3%AD_n%C3%A1dra%C5%BE%C3%AD
- [13] CINKA, Bohumil. Ověřovací provoz světelné šipky na hlavním nádraží v Praze. In: *Předpisová skupina při ZV OSŽ DKV Praha* [online]. 2009 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://oszdepopraha.czweb.org/view.php?cisloclanku=2009092101>

- [14] Dopracování variant řešení ŽU Brno. *Europoint Brno* [online]. Statutární město Brno, 2014 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z:
<http://www.europointbrno.cz/index.php?nav01=6299&nav02=8067&nav03=21931>
- [15] *Geoportál: Geoprohlížeč* [online]. Český úřad zeměměřický a katastrální, © 2004-2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [16] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Český úřad zeměměřický a katastrální, © 2004-2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- [17] *Nemovité památky* [online]. Národní památkový ústav, © 2003-15 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://monumnet.npu.cz/pamfond/hledani.php>
- [18] Z historie. *Europoint Brno* [online]. Statutární město Brno, 2007, 20.11.2013 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z:
<http://www.europointbrno.cz/index.php?nav01=6299&nav02=8067&nav03=8077>

11.3 Geodetická zaměření

- [19] *Digitální model ŽUB ve 2D*. SŽG Olomouc, 2013.
- [20] *Katastrální vektorová mapa*. Magistrát m. Brna, Odbor městské informatiky – pracoviště GIS, 2014.
- [21] *Technická mapa*. Magistrát m. Brna, Odbor městské informatiky – pracoviště GIS, 2014.
- [22] *Účelová mapa polohopisné situace*. Magistrát m. Brna, Odbor městské informatiky – pracoviště GIS, 2014.

11.4 Software

- [23] AutoCAD Civil 3D 2013

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|-----------|--|
| Obrázek 1 | Historický vývoj ŽUB |
| Obrázek 2 | Spojka Ponava |
| Obrázek 3 | Spojky Slatina a Ponava, žst. Brno hl. n., polookružní smyčka s jedním kolizním bodem, ostatní tratě |
| Obrázek 4 | Cestová návěstidla dělicí staniční kolej v žst. Praha hl. n. |
| Obrázek 5 | Zařízení pro výpravu vlaku při špatných rozhledových podmínkách (DB) |
| Obrázek 6 | Doporučené úpravy ideového záměru - jižní část |
| Obrázek 7 | Doporučené úpravy ideového záměru - severní část. Spojka Slatina ve variantě s mostním objektem |
| Obrázek 8 | Doporučené úpravy ideového záměru - severní část. Spojka Slatina v tunelové variantě |

13 SEZNAM TABULEK

| | |
|------------|--|
| Tabulka 1 | Historický vývoj ŽUB, 1. část |
| Tabulka 2 | Historický vývoj ŽUB, 2. část |
| Tabulka 3 | Stávající nástupiště |
| Tabulka 4 | Stávající dopravní koleje |
| Tabulka 5 | Sestava prvků v nejužším příčném profilu |
| Tabulka 6 | Sestava prvků v rámci ostrovního nástupiště |
| Tabulka 7 | Staniční koleje – návrh |
| Tabulka 8 | Výpočet šířky rozšířených průjezdných průřezů |
| Tabulka 9 | Nástupiště – návrh |
| Tabulka 10 | Podchody – návrh |
| Tabulka 11 | Hloubka podchodů a výpočet délky schodiště |
| Tabulka 12 | Rozsah provozu, střednědobý výhled, rok 2025 |
| Tabulka 13 | Rozsah provozu, dlouhodobý výhled, rok 2040, 1. část |
| Tabulka 14 | Rozsah provozu, dlouhodobý výhled, rok 2040, 2. část |

14 SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace žst. Brno hl. n. v měřítku 1:1000
 - 1.1. část ODSTAVNÉ NÁDRAŽÍ
 - 1.2. část JIH
 - 1.3. část STŘED
 - 1.4. část SEVER
 - 1.4.1. Varianta 1
 - 1.4.2. Varianta 2
 - 1.5. část PONAVALA
2. Schéma žst. Brno hl. n.
 - 2.1. Varianta 1
 - 2.2. Varianta 2
3. Kapacitní posouzení
 - 3.1. Střednědobý výhled (2025)
 - 3.2. Dlouhodobý výhled (2040)

