

Tomáš Rolník<sup>1</sup>, Ivo Hruban<sup>2</sup>

## **Kvalita dopravního provozu severního zhlaví stanice Brno hl. n. v rámci ŽUB v odsunutě poloze**

**Klíčová slova:** *dopravní provoz, rozsah infrastruktury, železniční uzel Brno*

### **Úvod**

Železniční uzel Brno (dále ŽUB) je tvořen soustavou šesti železničních stanic a dvou odboček. Nejvýznamnější stanicí tohoto uzlu je z hlediska nákladní dopravy stanice Brno Maloměřice, z hlediska osobní dopravy pak stanice Brno hl. n., která je v provozu již od roku 1839. Pro svou bohatou historii se tato stanice řadí mezi nejstarší nádraží v České republice a její nádražní budova je právem označována jako kulturní památka. Problematika řešení ŽUB, a zejména polohy jeho hlavního nádraží, je stále aktuálním tématem. Jedná se o uzel nacházející se v druhém největším městě České republiky, který je současně centrálním přestupním bodem Integrovaného dopravního systému i místem styku regionálních a dálkových vč. mezistátních vlakových spojů. V historii i v současnosti existovalo několik variant možných úprav uzlu. Článek představuje výsledky diplomové práce Kvalita dopravního provozu severního zhlaví a jeho přilehlých úseků ŽUB v odsunutě poloze, která byla úspěšně obhájena na Univerzitě Pardubice, Dopravní fakultě Jana Pernera v akademickém roce 2013/2014. [1] K vyhodnocení dopravního provozu bylo využito výstupů SW OpenTrack.

### **1 Historie ŽUB**

Stávající poloha železniční stanice Brno hl. n. je dána historickým vývojem. Nynější stanice vznikla v souvislosti s přivedením tratě z České Třebové do Brna. Stanice ve stávající podobě přestává stačit provozním nárokům.

První rozsáhlá přestavba ŽUB proběhla v letech 1894 – 1897. Zvyšující se počet vlaků osobní a nákladní dopravy si vynutil další úpravu v podobě stavby nákladního průtahu, která byla realizována po roce 1966 a průtah byl zprovozněn 15. prosince 1970. Dále následovalo několik dílčích úprav, jako zrušení spojky mezi hlavním a dolním nádražím a elektrifikace komárovské spojky. [2]

První zmínky o možné přestavbě železničního uzlu, jak je známe dnes, se začaly objevovat v období po první světové válce. První soutěž byla vypsána v roce 1926 a měla za úkol najít vhodný projekt pro řešení koncepce ŽUB včetně polohy osobního nádraží. Soutěž však neměla žádný vítězný návrh. Druhé místo získal

---

<sup>1</sup> Ing. Tomáš Rolník, nar. 1989, absolvent Univerzity Pardubice, Brno, Výpravčí ŽST Brno hl. n.

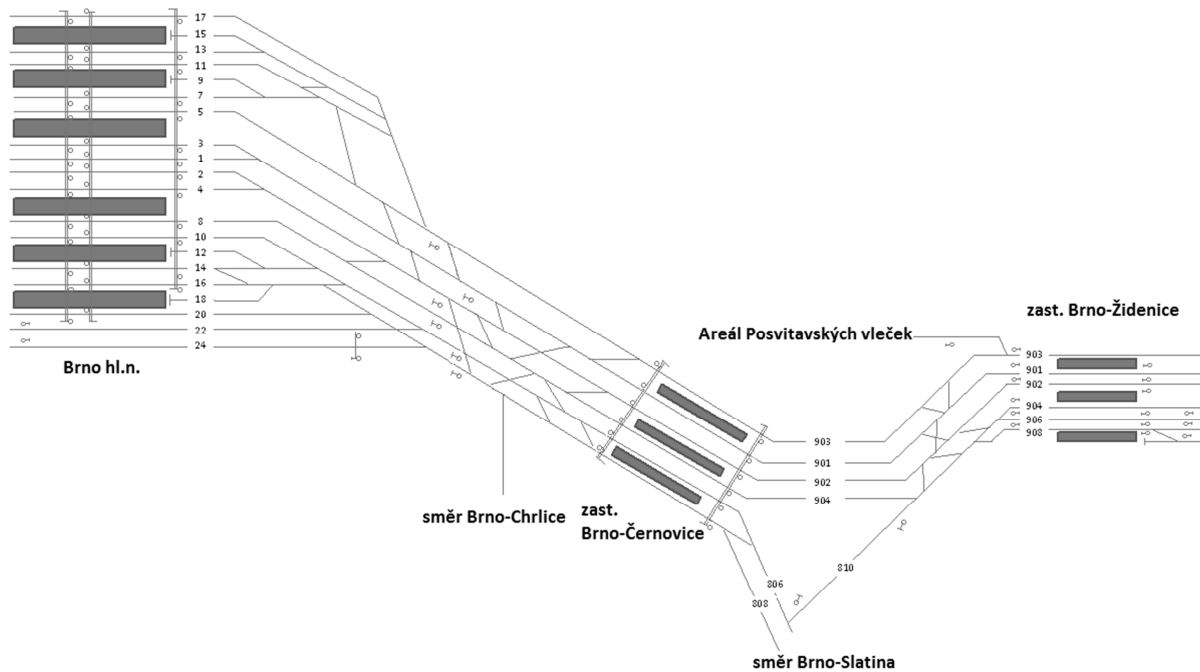
<sup>2</sup> Ing. Ivo Hruban, Ph.D., nar. 1983, absolvent Univerzity Pardubice, Pardubice, Odborný asistent na Katedře technologie a řízení dopravy Univerzity Pardubice, zaměřením na železniční dopravu.

návrh *Tangent*, který poukazoval na nutnost opustit stávající polohu osobního nádraží. O šest let později byla vypsána další soutěž, která také neměla jasného vítěze, ale na druhém místě se umístili autoři, kteří předložili 3 varianty řešení (ponechání stávajícího stavu hlavního nádraží s rozšířením o nová nástupiště, umístění osobního nádraží do prostoru Brno dolní nádraží, situování nového nádraží těsně do polohy za stávající hlavní nádraží). Konečný návrh poroty zněl opustit polohu stávajícího hlavního nádraží. Projednání tohoto návrhu se však před začátkem druhé světové války nestihlo a po ní začalo rozhodování a zhodnocení variant nanovo. Bylo předloženo několik variant, z nichž byl vybrán návrh *Vla*, tedy posun osobní stanice do prostoru dolního nádraží se sloučeným koridorem pro osobní a nákladní dopravu. S tímto návrhem se dále pracovalo a počítalo od roku 1963 a v letech 1985 až 1989 byly vypracovávány návrhy na postupnou realizaci odsunu hlavního nádraží. Avšak již v roce 1991 došlo k vypracování dalších variant, které zohledňovaly nové požadavky na organizaci příměstské dopravy. Některé varianty opět počítaly s osobním nádražím v centru města. [2], [3]

Problematická situace se stávala stále vyhrcořenější, až v roce 2004 proběhlo referendum, ve kterém se většina zúčastněných obyvatel Brna vyslovila pro zachování nádraží v centru města. Referendum bylo pro nízkou účast označeno za neplatné. O deset let později se problematika odsunu nádraží stala předmětem politické kampaně do zastupitelstva. [4]

## **2 Topologie dopravní infrastruktury a dopravní technologie**

Pro zhodnocení kvality dopravního provozu byl navržen dopravní model podle studie odsunutí polohy osobního nádraží z roku 2009. Dopravní model byl vytvořen v SW OpentTrack. Vytvořený model dopravní infrastruktury byl rozdělen do čtyř částí (obvod jižního zhlaví, osobní nádraží včetně severního zhlaví, odbočka Černovice a odbočka Židenice), přičemž předmětem zkoumání se staly části 2 – 4 tohoto modelu. Část jižního zhlaví byla zjednodušena. Tyto části modelu jsou znázorněny formou schématu na obrázku 1.



Obrázek 1 - Schéma ŽUB v odsunuté poloze

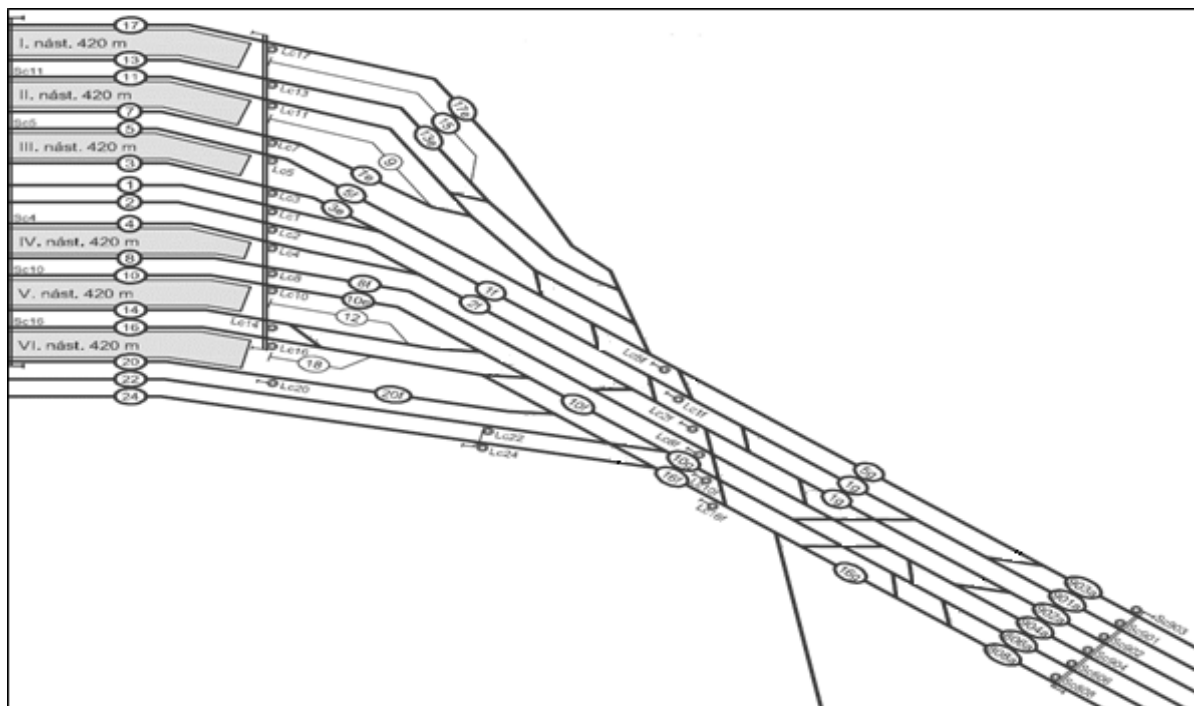
Zdroj: autoři na podkladu SUDOP Brno, s. r. o.

## 2.1 Obvod osobního nádraží

Cílový stav obvodu osobního nádraží pro střednědobý horizont 2025 bez provozu rychlých spojení dle projektu SUDOP [5] předpokládá 6 ostrovních nástupišť s 16 dopravními kolejemi. Mateční koleje 1SK a 2SK dělí kolejiště osobního nádraží asymetricky na lichou a sudou kolejovou skupinu v poměru 7:9. Koleje 22SK a 24SK sudé kolejové skupiny jsou technologií určeny pro průvoz nákladních vlaků. Variantní cesta nákladních vlaků je vedena po 1SK a 2SK. V obou případech dochází ke křížení jízdních cest vlaků osobní a nákladní dopravy. Pojedou-li nákladní vlaky po 1SK nebo 2SK, budou křížit trasy vlaků v obvodu jižního zhlaví. V případě jízdy nákladních vlaků po kolejích 22SK a 24SK se budou vlakové cesty křížit v obvodu severního zhlaví, kde bude docházet ke kolizi se sudou i lichou stopou vlaků jedoucích ve směru Brno Chrlice nebo Brno Slatina. [1]

Do severního zhlaví je zaústěna šestice traťových kolejí (dále TK). Počet těchto traťových kolejí současně definuje maximální počet vlakových cest, neboť žádná z traťových kolejí není zaústěna mimoúrovňově. U každé koleje je umístěno cestové návěstidlo, které plní funkci odjezdového návěstidla do obvodu zastávky Brno Černovice a ŽST Brno Chrlice. Tato návěstidla rozdělují zhlaví a tím zvyšují jeho propustnou výkonnost. Na první pohled tak bude v Brně navýšen počet severně zaústěných traťových kolejí. Toto navýšení ze dvou kolejí na šest je ovšem zavádějící, neboť současná topologie brněnského uzlu má dvě TK, které vedou z Brna hl. n. do Brna Židenic, dvě TK nákladního průtahu vedoucí z Brna dolního nádraží do Brna Maloměřic a po jedné TK z vlárské a chrlické trati, které jsou do Brna zaústěny z jihu. Zaústění chrlické trati ze severu předurčuje změnu vedení linky S2 Březová nad Svitavou – Brno hl. n. – Křenovice horní nádraží, neboť

na rameni Brno – Křenovice by nově musela být jízda vlaků organizována pomocí úvratových jízd. Nově by tedy linka S2 měla být vedena do Zastávky u Brna nebo Třebíče. Detail severního zhlaví ŽST Brno hl. n. je na obrázku 2.



Obrázek 2 - Detail severního zhlaví ŽST Brno hl. n.

Zdroj: SUDOP Brno, s. r. o.

## 2.2 Obvod odbočky Černovice

Zastávka Brno Černovice je součástí přestupního uzlu Olomoucká. V jejím obvodu je umístěna trojice ostrovních nástupišť se šesti dopravními kolejemi. Čtyři z nich pokračují do odb. Brno Židenice. Dvojice kolejí 808 a 806 odbočuje do Brna Slatiny. Přechod mezi kolejovými skupinami jednotlivých směrů na zastávce Brno – Černovice není umožněn. Přechod je nutno uskutečnit na severním zhlaví Brna hl. n. Pro přímou jízdu vlaků z Brna Slatiny na sever do Brna Maloměřic, Adamova nebo Brna Králova Pole je zřízena spojovací kolej v délce přibližně 500 m, která odbočuje z koleje 806 a vytváří tak černovický triangl. Pro přechod mezi kolejemi 806 a 808 je zřízena kolejová spojka.

## 2.3 Obvod odbočky Židenice

Odb. Brno Židenice je součástí přestupního uzlu Bubeníčková. V obvodu odb. Brno Židenice jsou situována dvě ostrovní nástupiště, která slouží pro odbavení cestujících jedoucích ve směru do/z Tišnova nebo Adamova. Oproti současné poloze jsou tato nástupiště předsunuta tak, aby bylo dosaženo lepších přestupních vazeb na tramvajovou linku č. 2 současné zastávky Kuldova. Třetí nástupiště se nachází u výpravní budovy. Jeho poloha je oproti současné poloze 1. nástupiště nezměněna. Toto nástupiště slouží pro případ jízdy osobních vlaků při objízdě trase přes Brno Maloměřice. Napojení ŽST Brno Maloměřice je provedeno v obvodu odb. Brno Židenice. Traťové koleje T4 a T6 jsou nově označeny jako koleje 906

a 908. Odbočují z kolejí 902 a 904 na brněnském zhlaví odb. Brno Židenice. Přejedou vlaků jedoucích ze ŽST Brno Maloměřice do liché kolejové skupiny na kolej 901 je podmíněn jízdou po koleji T4, respektive 906. Přejedou na kolej 903 není při jízdě přes ŽST Brno Maloměřice umožněn. Napojení Posvitavského vlečkového areálu je nově provedeno z koleje 903c. Na tuto kolej není možná přímá jízda z žádné koleje ŽST Brno Maloměřice. Jedinou možností je úvraťová jízda do některé z traťových kolejí v úseku Brno Maloměřice – Brno Královo Pole. [1]

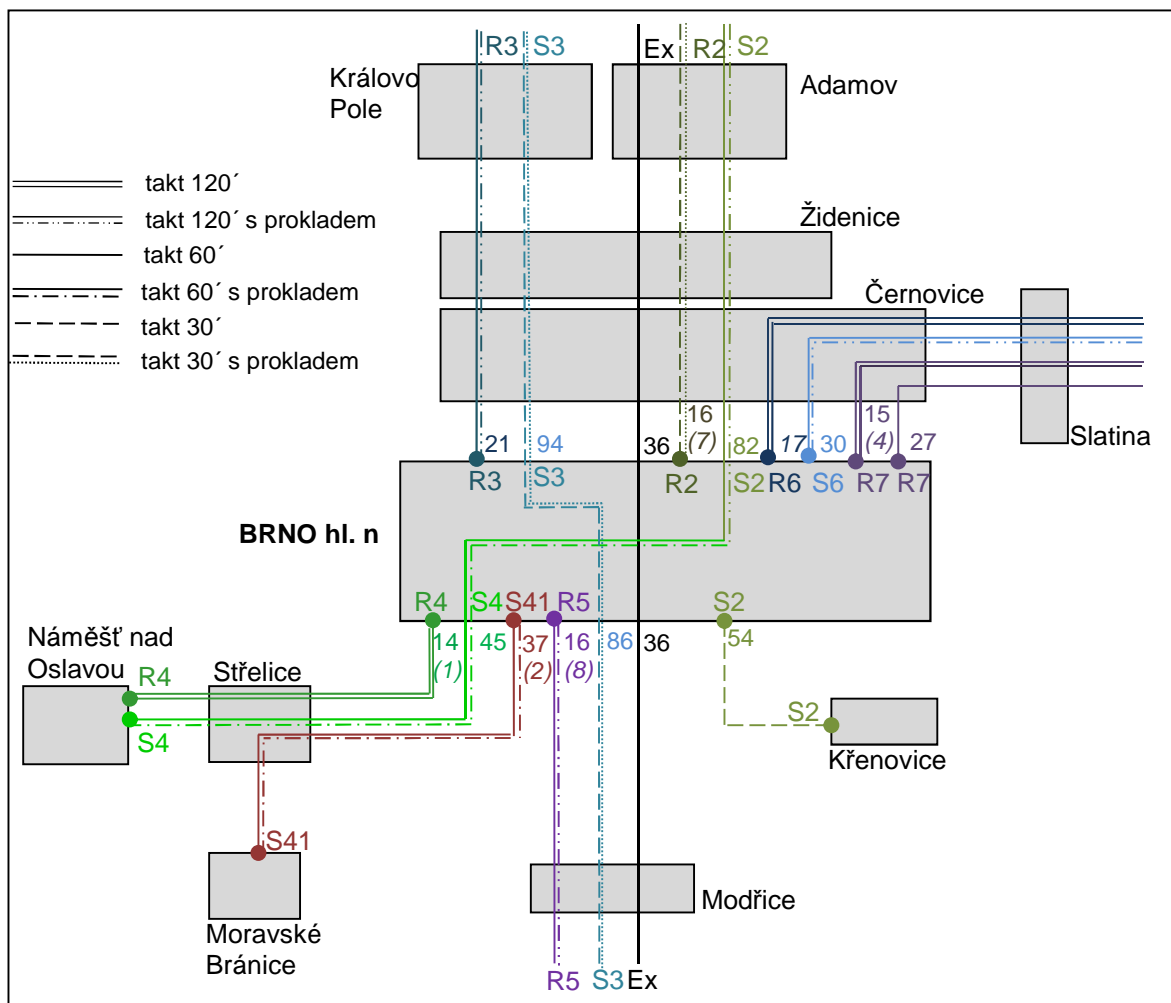
Největším problémem nové polohy nádraží je vedení nákladní dopravy. Vlakové cesty nákladních vlaků budou vždy v kolizi s vlakovými cestami pro vlaky osobní dopravy. Prvním kolizním bodem je brněnské zhlaví odb. Brno Židenice, kde vychází liché vlaky z Maloměřic budou obsazovat kolej 901 (lichá traťová kolej I. koridoru) a křížit cestu sudým osobním vlakům. V případě výluky koleje 901 budou muset být všechny nákladní vlaky vedeny v sudé kolejové skupině. Preference nebo dispozice jízdy při průvozu nákladních vlaků, které nepojedou podle svého přiděleného JŘ, bude ve vztahu k organizaci a řízení dopravy zásadní. Rovněž napojení Posvitavského vlečkového areálu z koleje 903c není vhodné a odsuzuje vlečkový areál k zániku, neboť by obsluha vlečky musela být prováděna úvraťovou jízdou přes některou z traťových kolejí mezi Maloměřicemi a Královým Polem.

### **3 Provozní scénáře**

Bylo uvažováno se třemi provozními scénáři podle rozsahu vlakové dopravy, a to pouze s osobní dopravou v roce 2014, s osobní a nákladní dopravou v roce 2014 a s osobní dopravou pro rok 2025 a nákladní dopravou roku 2014. Pomyslným pojítkem mezi všemi scénáři se pak stala simulace přenosu prvotního zpoždění na následné vlaky. Zde byla věnována pozornost druhotnému zpoždění následných vlaků včetně chování celého systému. Pro posouzení kapacity je v následujících odstavcích uváděno procentuální využití jednotlivých kolejí. Doporučené hodnoty využití je možné získat v Kodexu UIC 406 Kapacita [6], který pro smíšený provoz doporučuje hodnotu 75 % (v případě příměstské dopravy 85 %, v rámci tohoto článku by se jednalo o provoz podle provozního scénáře 1. – viz kapitola 3.1) během dopravní špičky. Kvalitu dopravního provozu můžeme vyjádřit obsazením jednotlivých kolejí a přenosem zpoždění mezi vlaky.

#### **3.1 Scénář 1. – Osobní doprava roku 2014**

Rozsah vlakové dopravy tohoto scénáře odpovídá jízdnímu řádu (dále JŘ) roku 2014, podle kterého jsou voleny i časové polohy odjezdů a příjezdů. Na obrázku 3 je pomocí síťové grafiky zobrazeno vedení linek integrovaného dopravního systému (dále IDS) s rozdělením podle jednotlivých tratí a počtem spojů na těchto tratích.



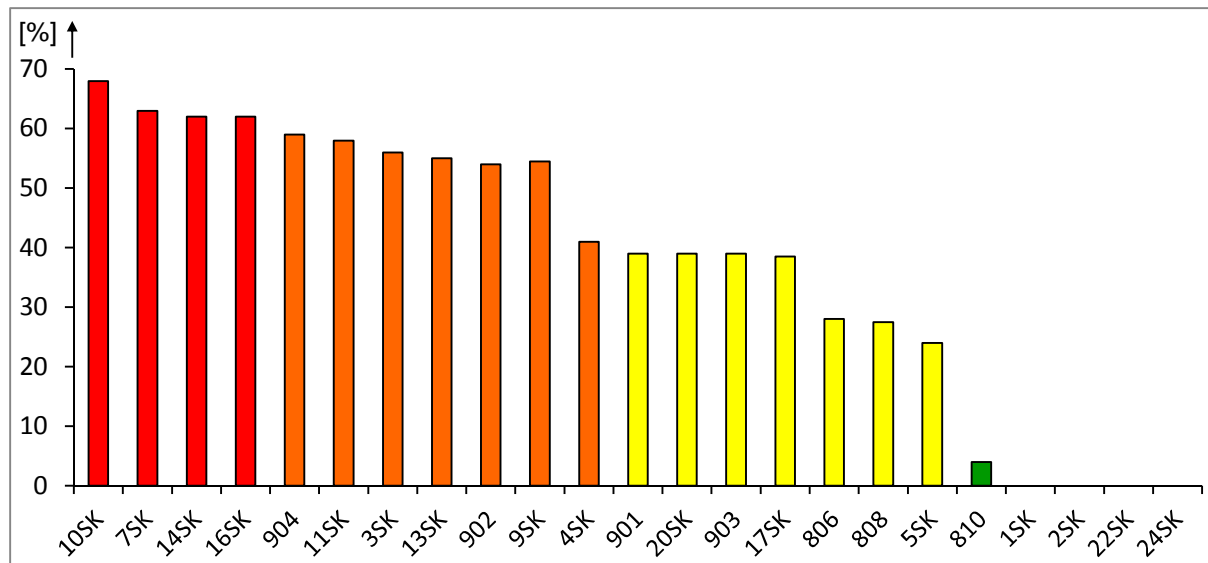
Obrázek 3 - Detail severního zhlaví ŽST Brno hl. n.

Zdroj: autoři

Vlaky kategorie Sp na linkách R jsou uvedeny kurzívou. Pro lepší orientaci je ponecháno současné označení linek IDS. Linka S2 je díky zaústění chrlické trati rozdělena a spoje této linky jsou nově vedeny v úseku Březová nad Svitavou – Brno hl. n. – Zastávka u Brna nebo Třebíče (linka S2/S4) a v úseku Brno hl. n. – Křenovice horní nádraží (linka S2). Předpokládá se elektrifikace v úseku Brno hl. n. – Zastávka u Brna, respektive Třebíč. Celkový počet vlaků osobní dopavy v Brně hl. n. během všedního dne činí 476 vlaků za 24 hodin. Dochází-li v simulaci ke kolizi vlakových cest, pak jsou primárně měněny tyto vlakové cesty, aby ke kolizi nedocházelo.

Díky skladbě JŘ (jsou sledovány pouze vlaky osobní dopavy) je patrná nerovnoměrnost počtu vlaků během dne. Nerovnoměrnost je zřejmá i mezi lichou a sudou kolejovou skupinou obvodu osobního nádraží, což vyplývá i z obrázku 4, na kterém je zobrazeno celkové vytížení kolejí během odpolední dopravní špičky (zde pro rozmezí 14:00 – 16:00 hod.). Dále z obrázku 2 vyplývá, že nejzatíženějšími kolejemi jsou staniční koleje 10SK, 7SK, 14SK a 16SK. Naopak traťové koleje 901, 902, 903, 905, 806, 808 a spojovací kolej 810 mají značné kapacitní rezervy. Na nejvytíženějších staničních kolejích 10SK, 7SK, 14SK a 16SK dochází k obratu

souprav. To vysvětluje vyšší stupeň obsazení, který je mimo jiné dán integrovaným taktovým JŘ.



Obrázek 4 - Celkové vytížení kolejí prvního scénáře během špičkové hodiny [%].

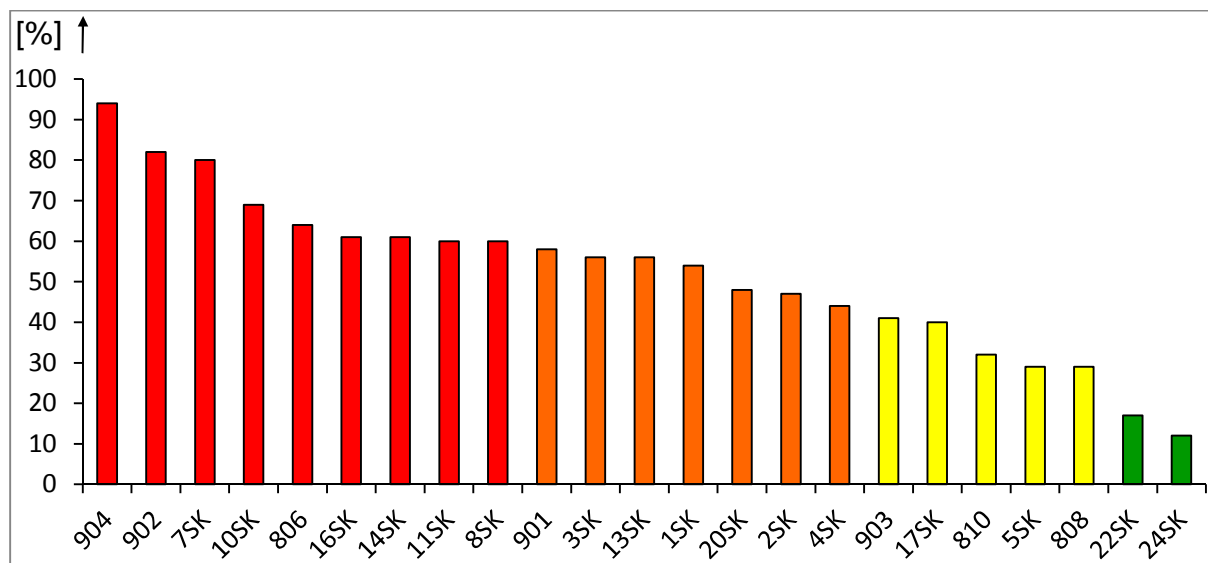
Zdroj: [1]

Obecně lze říci, že v daném scénáři nevzniká zpoždění, které by zásadním způsobem ovlivňovalo funkčnost daného systému. Itineráře jednotlivých vlaků jsou zpravidla vybírány podle zadaných priorit, avšak stavu, kdy vlaky dané tratě a stejné kategorie odjíždí vždy ze stejného nástupiště, nebylo v průběhu celého dne dosaženo. To je dáno odlišnou skladbou dopravy v sudou a lichou hodinu a zhuštěním intervalu jednotlivých spojů ve špičkovou hodinu.

### 3.2 Scénář 2. – Osobní a nákladní doprava roku 2014

Rozsah vlakové dopravy v tomto scénáři odpovídá JŘ 2013/2014. V případě osobní dopravy je počet vlaků totožný jako v kapitole 3.1. V případě nákladní dopravy je za 24 hodin uvažováno s 60 vlaky v sudém směru a 68 vlaky v lichém směru, přičemž od 14:00 do 16:00 hod. je zavedeno 8 nákladních vlaky jedoucích sudým směrem (do Brna Maloměřic) a 4 nákladní vlaky jedoucí lichým směrem (z Brna Maloměřic). Za 24 hodin je uvažováno s trojicí párů manipulačních vlaků v obou směrech. Nákladní doprava je osobním nádražím vedena po kolejích 1SK a 2SK, resp. po kolejích 22SK a 24SK. Ačkoli jsou dopravní koleje 22SK a 24SK primárně určeny k průvozu nákladních vlaků, jejich vedení v této stopě je využito minimálně. Byla tak potvrzena premisa kolizních vlakových cest nákladní a osobní dopravy v obvodu severního zhlaví.

Z obrázku 5, kde je zobrazeno celkové vytížení kolejí druhého scénáře během odpolední dopravní špičky (zde pro období 14:00 – 16:00), vyplývá, že nejvytíženějšími kolejemi se staly TK904, 902 a staniční kolej 7SK. V případě traťových kolejí lze tuto skutečnost vysvětlit vedením nákladních vlaků a v případě koleje 7SK dobou pobytu osobních vlaků z důvodu doby synchronizace původní linky S4 (Brno – Třebíč) a linkou S2 (Březová nad Svitavou – Brno). Protipólem vytížených kolejí jsou koleje 22SK a 24SK.



Obrázek 5 - Celkové vytížení kolejí druhého scénáře během špičkové hodiny [%]

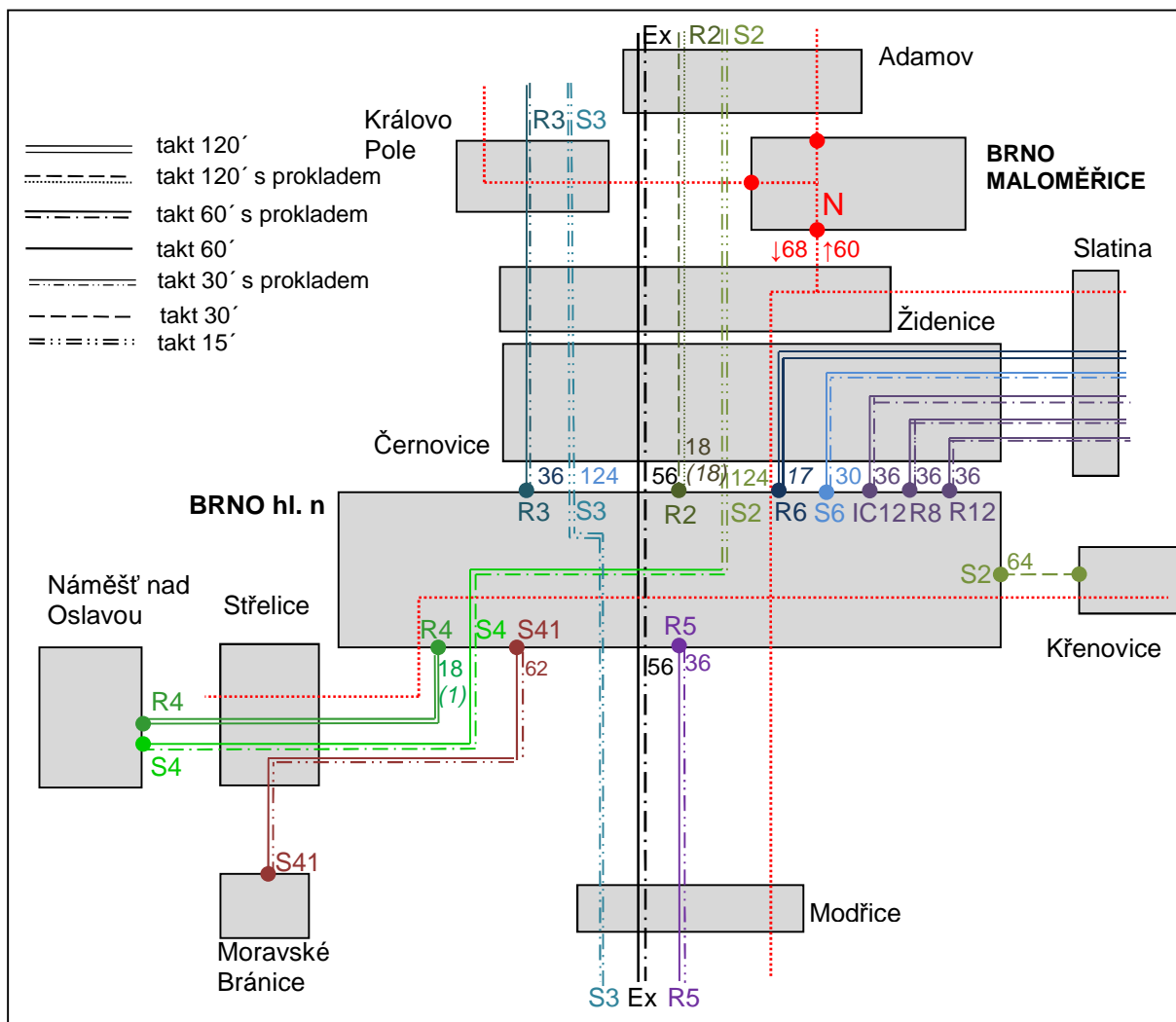
Zdroj: [1]

V rámci druhého scénáře využívají osobní vlaky ve směru Královo Pole a Adamov v hojně míře variantní vlakové cesty po kolejích 902, resp. 904 dle svých itinerářů. Společné ostrovní nástupiště těchto kolejí na zastávce Brno Černovice umožňuje operativní vedení osobních vlaků těchto směrů bez nutnosti oznámení změny nástupiště a prodloužení přestupních dob. Vlivem křížení vlakových cest však dochází k prodloužení doby pobytu a vzniku zpoždění. Průměrné zpoždění v tomto scénáři činí 60 s. Koleje 904, 902 a 7SK a 10SK je možné podle metodiky [6] hodnotit jako přetížené.

### 3.3 Scénář 3. – Výhledový rozsah dopravy pro rok 2025

Rozsah osobní dopravy tohoto scénáře odpovídá rozsahu dopravy pro střednědobý výhled, který byl definován v dokumentu „Výhledový rozsah dopravy v železničním uzlu Brno“ [7]. Odchylně od tohoto dokumentu nebyl navýšen počet nákladních vlaků a z důvodu kompatibility jednotlivých scénářů (jednotlivé scénáře mohou být generovány zadáním souhlasu k jízdě v kartě JŘ s ohledem na danou číselnou řadu vlaků) byla u přepravního segmentu R3 (Praha – Havlíčkův Brno – Brno) zachována současná časová poloha. Na obrázku 6 je síťová grafika vedení linek s počtem spojů dané linky, který odpovídá tomuto scénáři. Červeně je označena linka určená pro nákladní vlaky. Počty vlaků na této lince jsou uvedeny u stanice Brno Maloměřice včetně označení směru jízdy.

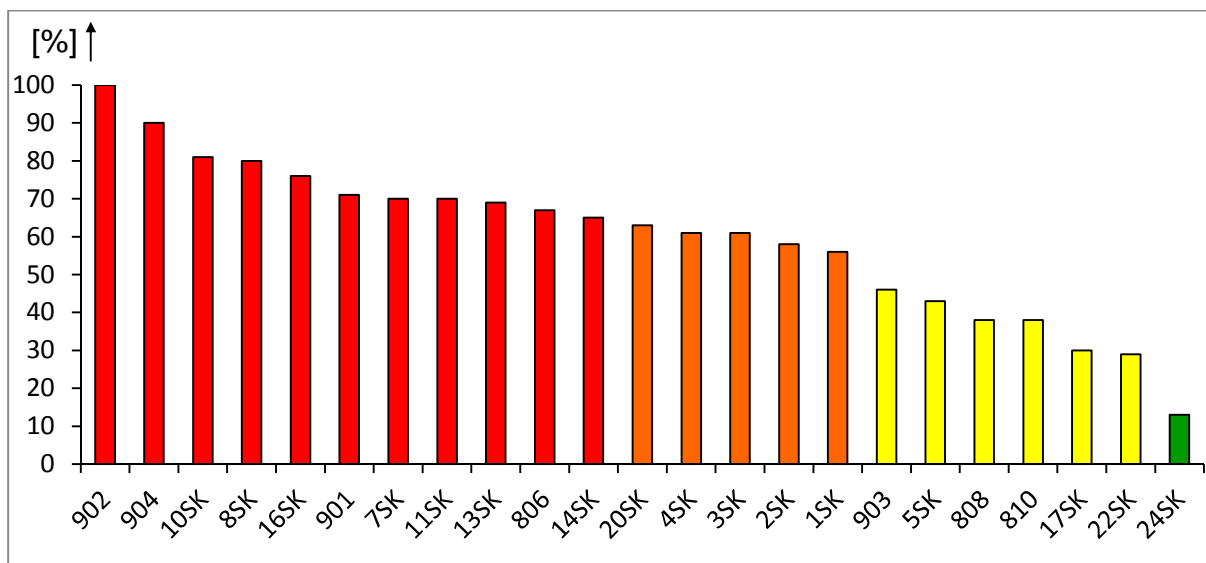




Obrázek 6 - Síťová grafika vedení linek a počtu spojů 3. scénáře

Zdroj: autoři

Celkové vytížení kolejí během odpolední dopravní špičky (zde pro období 14:00 – 16:00) tohoto scénáře je zobrazeno na obrázku 7, ze kterého je patrné, že k nevytíženějším kolejím patří opět traťové koleje 902 a 904 a staniční koleje 10SK a 8SK. Dále je z obrázku 7 patrná nerovnoměrnost vytížení lichých a sudých traťových kolejí, která je dána vedením nákladních vlaků. Tato skutečnost je nejvíce patrná, je-li porovnáno vytížení traťových kolejí 902, 904 a 901 s traťovou kolejí 903, po které není možná jízda nákladních vlaků jedoucích z/do ŽST Brna Maloměřic. Koleje 902, 904, 10SK, 8SK, 16SK a 901 se chovají jako přetížené.



Obrázek 7 - Celkové vytížení třetího scénáře během špičkové hodiny [%]

Zdroj: [1]

## 4 Simulace zpoždění

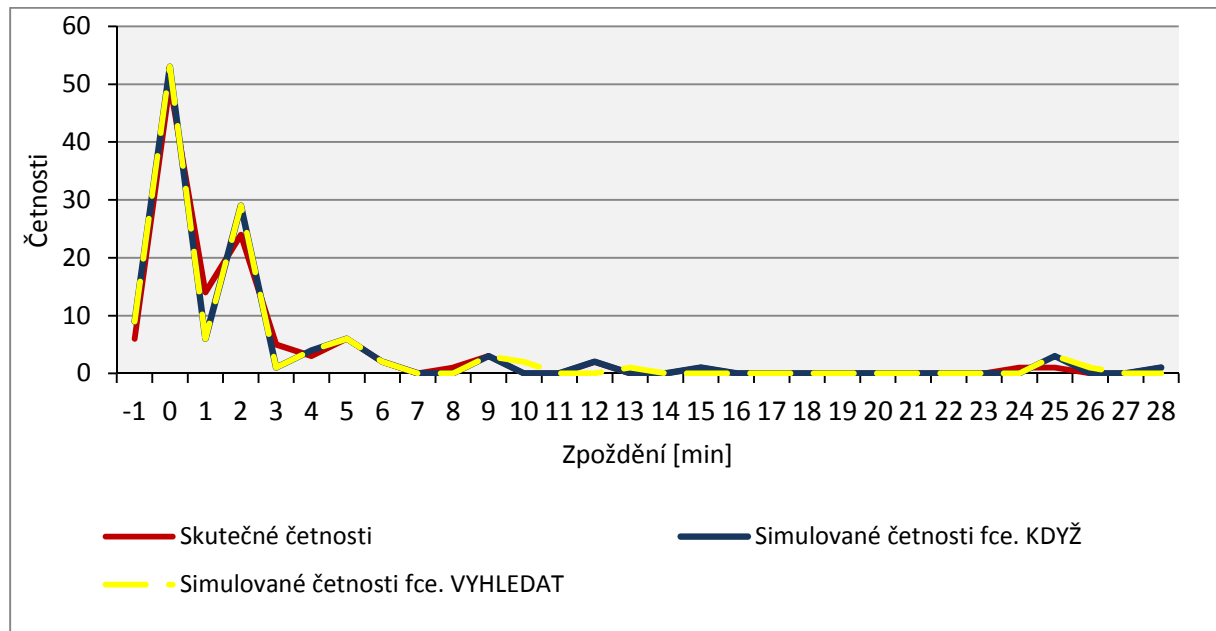
Problematika simulace zpoždění byla v práci [1] řešena ve dvou rovinách, a to samotné simulace zpoždění včetně stanovení reprezentativní výše zpoždění u zkoumaného souboru a následně sledování chování systému s jízdou zpožděného vlaku napříč všemi scénáři. Simulace zpoždění vytváří pomyslné pojítko mezi jednotlivými scénáři, kterými bylo proloženo zpoždění o stejné výši u vybraného vlaku vyšší kvality pro dosažení srovnatelných výsledků. Následně bylo sledováno chování systému a jeho schopnost eliminace zpoždění, resp. přenosu prvotního zpoždění na následné vlaky.

### 4.1 Simulace zpoždění a stanovení jeho reprezentativní výše

Výše zpoždění byla stanovena empiricky na základě analýzy zpoždění v současném stavu. Při zkoumání základního souboru zpoždění je nejvíce problematické určit rozdělení pravděpodobnosti, se kterým bude výše zpoždění generována při simulaci. Rozdělení pravděpodobnosti zkoumaného souboru neodpovídá žádnému známému typu rozdělení a nelze jej vnímat spojitě. Výše zpoždění zkoumaného souboru má stochastický charakter. Rozdělení pravděpodobnosti při simulaci je vnímáno diskrétně.

Pravděpodobnost je vyjádřena podílem četností konkrétní výše zpoždění k celkovému počtu měření (příjezdů). Zpoždění, se kterým se pracovalo v jednotlivých scénářích, bylo stanoveno na základě analýzy a následné simulaci 120 příjezdů jednoho spoje. Horní hranice intervalu jednotlivých zpoždění je dána součtem jednotlivých pravděpodobností tak, aby jejich suma byla rovna jedné. Nové pravděpodobnosti v intervalu  $x \in (0; 1)$  lze určit například pomocí generátoru pseudo-náhodných čísel nebo funkce NÁHČÍSLO() v programu MS Excel. Výše zpoždění

byla určena pomocí logické funkce KDYŽ nebo VYHLEDAT. Vzorec pro simulaci zpoždění pomocí funkce VYHLEDAT není matematicky zcela přesný. Při zpoždění vyššího řádu jsou patrné rozdíly mezi naměřeným a simulovaným zpožděním. Funkce KDYŽ vrátí zpoždění vždy v zadaném intervalu, kdežto vzorec s funkcí VYHLEDAT vrátí zpoždění, které se blíží naměřeným hodnotám. Simulované zpoždění je zatíženo "šumem", což podtrhuje jeho náhodnost. Shodu mezi rozdělením pravděpodobnosti základního souboru a obou simulací lze prokázat například pomocí Mann-Whitney U-testu. Na obrázku 8 je graf četnosti a výše zpoždění skutečných a simulovaných hodnot.



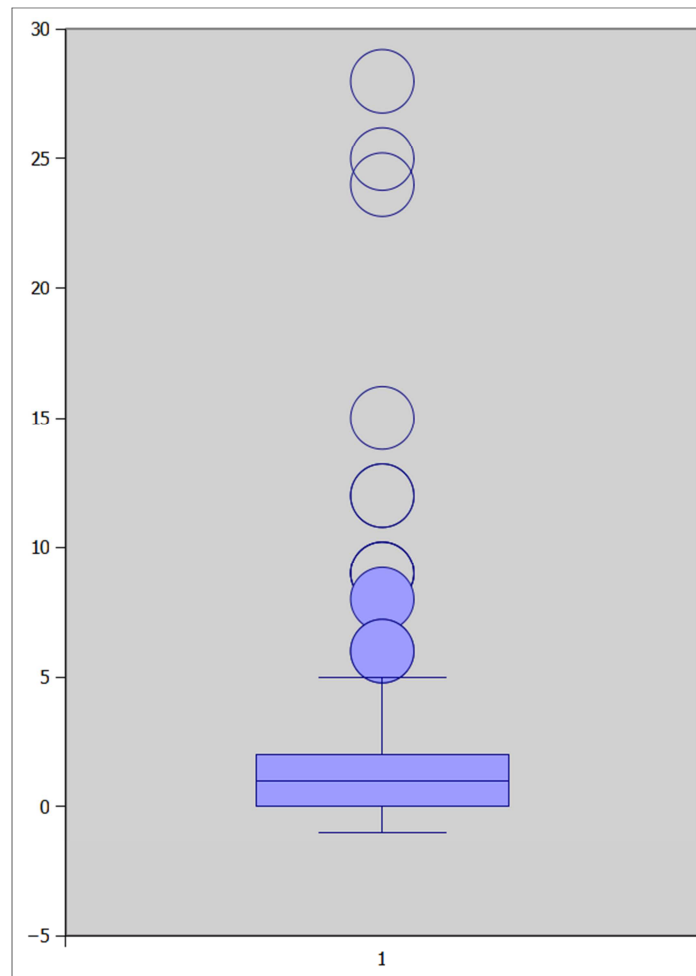
Obrázek 8 - Četnosti zpoždění

Zdroj: [1]

V dalším kroku je třeba otestovat odlehlost (odchylku) jednotlivých hodnot zpoždění od příslušného teoretického rozdělení. Technika, která umožňuje sestavit frekvenční funkci (hustotu pravděpodobnosti) pro empirická data (v našem případě zpoždění), se nazývá jádrový odhad hustoty, kdy pro každou z  $N$  empirických hodnot se sestaví elementární křivka hustoty pravděpodobnosti s plochou pod křivkou  $1/N$ , která se nazývá jádro. Součet těchto  $N$  křivek vytváří výslednou křivku, která modeluje rozdělení empirických hodnot. Tato křivka není však jednoznačně determinována a nelze vyjádřit nějakým jednoduchým vzorcem. Jedná se o odhad rozložení hodnot. [8]

K analýze dat zpoždění byl využit statistický SW Gnumeric, pomocí něhož byl vytvořen krabicový graf, který je na obrázku 9, na základě kterého lze vyloučit extrémní hodnoty. Z obrázku dále vyplývá, že dolní a horní strany kvantilových obdélníků jsou značně odlišné a zpoždění vykazují určité lokální koncentrace, které překračují vnitřní hranice souboru.

S ohledem na lokální koncentraci dat bylo všemi scénáři proloženo zpoždění ve výši 8 minut, což odpovídá hodnotě, kdy je prvotní zpoždění na sledovaném úseku současné infrastruktury nejvíce přenášeno na následné vlaky.



Obrázek 9 - Krabicový graf zpoždění (metoda vnitřních hradeb)

Zdroj: [1]

#### 4.2 Přenos prvotního zpoždění a chování systému

V prvním ani druhém scénáři nebyl přenos prvotního zpoždění na následné vlaky prokázán. Dochází zde pouze ke změně sledu vlaků a využití variantních cest, kterých je využito především u 2. scénáře a jízdě nákladních vlaků. Napříč všemi scénáři pak ze simulace vyplývá, že prvotní zpoždění nemá přímý vliv na přenos zpoždění. Prvotní zpoždění ovšem není eliminováno a vlak, který nejede ve své pravidelné stopě, prodlužuje jízdní doby. V případě 3. scénáře je zpoždění navýšeno o dobu pobytu u cestového návěstidla. To je způsobeno vedením nákladní dopravy, které je realizováno do, resp. z Brna Maloměřic pouze po traťových kolejích 901, 902 a 904. Variantní vlakové cesty nákladních vlaků jsou s ohledem na osobní dopravu v traťovém úseku značně omezeny.

### 5 Zhodnocení dopravního provozu

Dopravní model, na kterém byly provedeny simulace, odpovídal návrhu varianty odsunutí polohy nádraží v rámci přestavby ŽUB z roku 2009. Interakci dopravního

provozu a dopravní infrastruktury lze v rámci jednotlivých scénářů shrnout do následujících bodů:

- v rámci 1. scénáře (JŘ 2014 – osobní) je kapacita ŽUB vyhovující, a to jak v případě celodenní výpočetní doby, tak v případě dopravní špičky,
- v případě 2. scénáře (JŘ 2014 – osobní + nákladní) je kapacita dostačující pouze při výpočetní době 1440 minut,
- v případě 3. scénáře (JŘ 2014 nákladní + 2025 osobní) je kapacita nedostačující z hlediska výpočetního období dopravní špičky. V případě celodenního výpočetního období se kapacita koleje 902 pohybuje na své horní hranici přípustného využití.

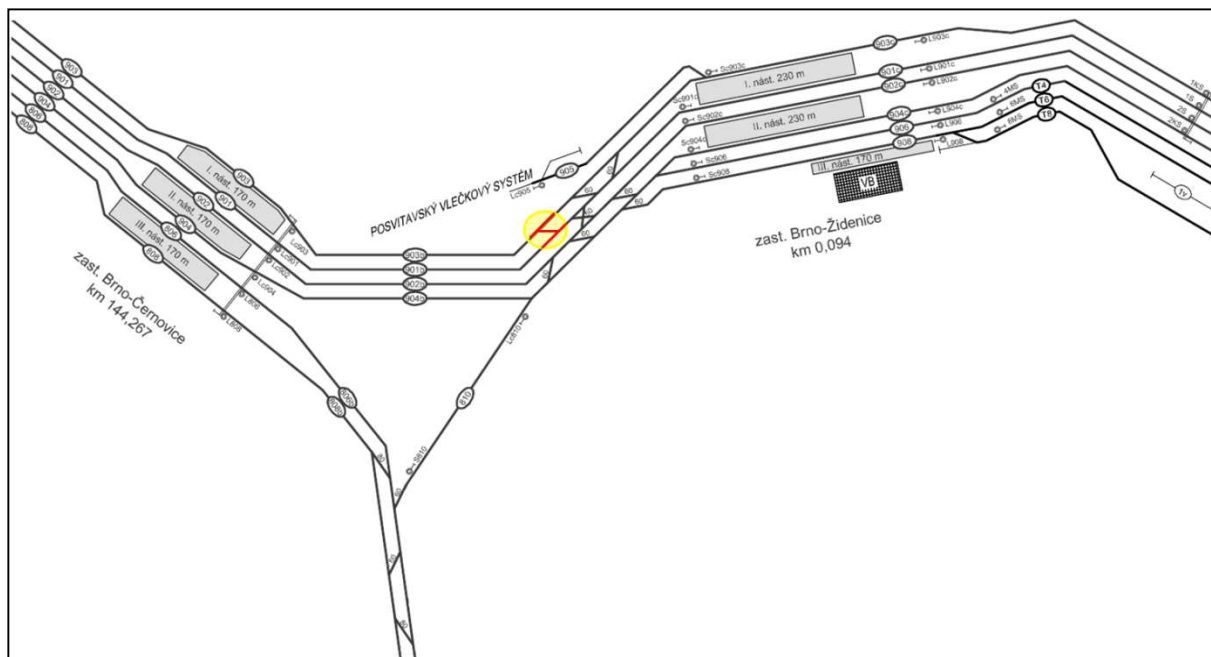
V rámci společného vedení vlaků nákladní a osobní dopravy vznikají kolizní situace, snižuje se plynulost dopravy a zvyšuje se zpoždění vlaků. Nejvytíženějšími kolejemi jsou díky vedení nákladní dopravy TK902 a 904. Přenos prvotního zpoždění na následné vlaky není u osobních vlaků limitující. Zásadní význam pro kvalitu dopravního provozu má vedení nákladních vlaků. Procentní využití času obsazení příslušných traťových kolejí zaústěných nebo sousedících se severním zhlavím ŽUB je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 - Celkové využití času (obsazení kolejí) v %

Celkové využití času [%]		1. scénář		2. scénář		3. scénář	
Výpočetní období [min]		1440	60	1440	60	1440	60
Traťová kolej	903 = T1a Královo Pole	25	40	25	40	28	43
	901 = T1 Adamov	25	40	35	59	37	70
	902 = T2 Adamov	28	58	50	<b>82</b>	60	<b>100</b>
	904 = T2a Královo Pole	30	60	55	<b>95</b>	53	<b>90</b>
	806 = 2TK Brno Slatina	17	30	20	63	25	68
	808 = 1TK Brno Slatina	15	30	17	25	20	33
	810 = Spojovací kolej	3	5	10	30	13	33

Zdroj: autoři na základě [1]

Simulace prokázaly, že pro zachování plynulosti dopravy je nutná segregace osobní a nákladní dopravy. Nebude-li možné této segregace dosáhnout například pomocí mimoúrovňového vedení, bude nutné vybudovat kolejovou spojku v kolejích 901 a 903, která umožní přechod vlaků z ŽST Brno Maloměřice do obou TK liché kolejové skupiny. Možné řešení pomocí vložené kolejové spojky je na obrázku 10. Z důvodu společného vedení nákladní a osobní dopravy jsou koleje 902 a 904 během odpolední dopravní špičky přetížené. Doporučená hodnota v období špičky je 75 % dle [6]. Smíšený provoz způsobuje značný nárůst obsazení uvedených kolejí, kdy hodnota narůstá z 58 % až na 100 %, resp. z 60 % na 90 %. V období 1440 minut by hodnota využití kapacity měla být dle [5] 60 %, což infrastruktura včetně kolejí 902 a 904 u všech scénářů splňuje.



Obrázek 10 - Schéma židenického zhlaví s nově vloženou kolejovou spojkou

Zdroj: autoři na podkladu SUDOP Brno, s. r. o.

Pro zvýšení kapacity se v rámci provozně-organizačních úprav nabízí změna časové polohy spojů a změna trasování nákladních vlaků, které nevyžadují pobyt v ŽST Brno Maloměřice.

## Závěr

Kvalita dopravního provozu bude v případě realizace odsunuté polohy (Nádraží u řeky) závislá na vedení nákladní dopravy, především na četnosti vlakových spojů a jejich zpoždění. Sloučením nákladní a osobní dopravy vzniká řada kolizních míst, která jsou nejvíce citelná v obvodu brněnského zhlaví odb. Brno Židenice a severního zhlaví obvodu osobního nádraží. Sloučení nákladní a osobní dopravy je, z hlediska kvality dopravního provozu za stanoveného rozsahu dopravy a návrhu dopravní infrastruktury z roku 2009, nepřijatelné. Současně si je třeba uvědomit, že stávající stav je dlouhodobě neudržitelný a rozsah vlakové dopravy v ŽST Brno hl. n. neodpovídá možnostem stávající dopravní infrastruktury.

## Literatura

- [1] ROLNÍK, T. *Kvalita dopravního provozu severního zhlaví a jeho přilehlých úseku ŽUB v odsunuté poloze*, Diplomová práce, Univerzita Pardubice, 2014. 63 s. vedoucí práce, Ing. Ivo Hruban, Ph.D.
- [2] KOTRMAN, J. *Historický vývoj brněnského železničního uzlu In 160 let železnice v Brně*, 1. vyd. Brno: OPŘ ČD Brno, 1999. Kapitola 4. s. 30-42.

- [3] MRÁZ, F. Vývoj řešení železničního uzlu Brno In *160 let železnice v Brně*, 1. vyd. Brno: OPŘ ČD Brno, 1999. Kapitola 5. s. 43-44.
- [4] *Referendum o přesunu hlavního nádraží bylo zbytečné* [online] [cit. 8.10.2014] Dostupné z: <<http://www.novinky.cz/ekonomika/41537-referendum-o-presunu-hlavniho-nadrazi-bylo-zbytecne.html>>
- [5] *Železniční uzel Brno, modernizace průjezdu a 1. část osobního nádraží*, Projekt, SUDOP Brno, s. r. o., 2009. 62 s.
- [6] International Union of Railways: *UIC Leaflet 406: "Capacity"*. vyd. 1., 2004, 56 s. ISBN 978-2-7461-2159-1
- [7] Interní materiál SŽDC: *Výhledový rozsah dopravy v železničním uzlu Brno*, odbor Strategie, ze dne 21. 3. 2013
- [8] *Průzkumová analýza dat* [online] [cit. 22. 11. 2014] Dostupné z: <[http://user.mendelu.cz/drapela/Statisticke\\_metody/teorie%20text%20II.pdf](http://user.mendelu.cz/drapela/Statisticke_metody/teorie%20text%20II.pdf)>

Praha, březen 2015

Lektorovali: prof. Ing. Vlastislav Mojžíš, CSc.  
nezávislý odborník

Ing. Jan Hrabáček, Ph.D.  
České dráhy, a.s.