





Název akce	VRT Praha – Havlíčkův Brod	
Druh dokumentace	Územně technická studie	
Část	A.2 Technické a provozní řešení	06/2016
Objednatel	SŽDC, s. o. Stavební správa západ Sokolovská 278/1955 190 00 Praha 9	 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>
Zhotovitel	SP+MOTT_VRT Praha – Havlíčkův Brod	
	<u>Správce, společník 1:</u> SUDOP PRAHA a.s. středisko 205 – koncepce dopravy Olšanská 1a 130 80 Praha 3 – Žižkov	
	<u>Společník 2:</u> Mott MacDonald CZ, spol. s r.o. Národní 984/15 110 00 Praha 1	
Subdodavatel	STOSMOL spol. s r.o. Ing. Jiří Štolba Energetické výpočty	 STOSMOL, s.r.o. Mařákova 3079/2 400 01 Ústí nad Labem
Odpovědný zpracovatel projektu	Ing. Martin Vachtl	Vachtl v. r.
Zpracovali	Ing. Martin Vachtl (SUDOP) Ing. Jaromír Tvrdík (SUDOP) Jan Hetzer (SUDOP) Jan Šulc (Mott MacDonald CZ) Jan Nový (Mott MacDonald CZ) Zbyněk Budiš (Mott MacDonald CZ)	Technické řešení, koncepce Technické řešení Technické řešení Technické řešení Technické řešení Dopravní technologie
Kontroloval	Ing. Andrea Plišková	Plišková v. r.

O B S A H

1	NÁVRH VARIANT TRAS	5
1.1	PŘEHLED HLAVNÍCH VARIANT	5
1.2	PŘEHLED DOPLŇUJÍCÍCH VARIANT	7
2	ÚZEMNĚ TECHNICKÉ VEDENÍ TRAS VRT	8
2.1	ZÁSADY STAVEBNĚ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	8
2.2	POPIS VARIANTY HB1	9
2.3	NAPOJENÍ VARIANTY HB1 NA 1. TŽK.....	14
2.4	NAPOJENÍ VARIANTY HB1 DO HAVLÍČKOVA BRODU	15
2.5	POPIS VARIANTY TRASY HB2A.....	15
2.6	NAPOJENÍ VARIANTY HB2A NA 1. TŽK	21
2.7	NAPOJENÍ VARIANTY HB2A DO HAVLÍČKOVA BRODU	22
2.8	POPIS VARIANTY HB2B	23
2.9	POPIS VARIANTY HB2C	23
2.10	POPIS VARIANTY TRASY HB2D.....	23
2.11	POPIS VARIANTY TRASY HB2E.....	23
2.12	NAPOJENÍ VARIANTY HB2E DO JIHLAVY	26
2.13	NAPOJENÍ JIHLAVY VE SMĚRU NA BRNO NA VARIANTU HB2E	26
2.14	POPIS VARIANTY HB2F.....	27
2.15	POPIS VARIANTY HB2G (PROPOJENÍ HB2F A HB2A)	27
3	ŘEŠENÍ DÍLČÍCH PROFESÍ	28
3.1	SPECIFIKA NÁVRHU MOSTŮ PRO VRT	28
3.2	TUNELY	35
3.3	DOPRAVNÝ NA VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATI	53
3.4	ENERGETICKÉ VÝPOČTY	55
3.5	TRAKČNÍ VEDENÍ	61
3.6	NAPÁJENÍ A SILNOPROUDÁ TECHNOLOGIE	65
3.7	SDĚLOVACÍ A ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	66
3.8	POZEMNÍ KOMUNIKACE	67
4	DOPRAVNĚ TECHNOLOGICKÉ UKAZATELE	68
4.1	ROZSAH DOPRAVY	68
4.2	VÝPOČET JÍZDNÍCH A CESTOVNÍCH DOB	71
4.3	ZABEZPEČENÍ JÍZD VLAKŮ, KAPACITA TRATĚ	74
4.4	SCHÉMA PROVÁŽENÍ VLAKŮ	76
5	ZAPOJENÍ VRT DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU PRAHA.....	77
5.1	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	77
5.2	DOPRAVNĚ-TECHNOLOGICKÉ POSOUZENÍ.....	82
5.3	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ.....	93

6	INVESTIČNÍ NÁROČNOST A ETAPIZACE.....	95
6.1	POSTUP TVORBY ORIENTAČNÍHO PROPOČTU	95
6.2	STRUKTURA KALKULOVANÝCH POLOŽEK.....	95
6.3	PROPOČET INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI TRASY VRT PRAHA – HAVLÍČKŮV BROD	98
6.4	NÁVRH ETAPIZACE	99
7	PŘÍLOHY	100

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 3.1 – WOHLROSETALBRÜCKE, NĚMECKO.....	28
OBRÁZEK 3.2 – MOST PŘES ŘEKU DAJIA, TAIWAN	29
OBRÁZEK 3.3 –GRUBENTALBRÜCKE, NĚMECKO	29
OBRÁZEK 3.4 – STÖBNITZTALBRÜCKE, NĚMECKO	30
OBRÁZEK 3.5 –DVOUTRÁMOVÉ PRŮŘEZY.....	32
OBRÁZEK 3.6 – KOMOROVÉ PRŮŘEZY	32
OBRÁZEK 3.7 – SPOTŘEBA ENERGIE, DIMENZOVÁNÍ TNS BĚCHOVICE	57
OBRÁZEK 3.8 – SPOTŘEBA ENERGIE, DIMENZOVÁNÍ TNS VIDICE	58
OBRÁZEK 3.9 – SPOTŘEBA ENERGIE, DIMENZOVÁNÍ TNS HAVLÍČKŮV BROD	59
OBRÁZEK 3.10 – KONTROLA DIMENZE TV	60
OBRÁZEK 4.1 – TRAKČNÍ CHARAKTERISTIKA VYSOKORYCHLOSTNÍ JEDNOTKY	72
OBRÁZEK 4.2 – PŘÍKLADY NÁVĚSTÍ ETCS	75
OBRÁZEK 5.1 – ŽST. PRAHA-LIBEŇ – NÁVRH.....	78
OBRÁZEK 5.2 – ŽST. PRAHA-BĚCHOVICE – NÁVRH	79
OBRÁZEK 5.3 – SITUACE SPOJKY LÍSKOVÁ, FIALOVÁ KRESBA	80
OBRÁZEK 5.4 – ŽST PRAHA-LIBEŇ, OBSAZENÍ NÁSTUPIŠTNÍCH HRAN PRO 2H ŠPIČKU.....	87
OBRÁZEK 5.5 – DVOUHODINOVÁ ČETNOST VLAKŮ OSOBNÍ DOPRAVY V GVD 2015	89

SEZNAM TABULEK

TABULKA 3.1 – POROVNÁNÍ ZÁKLADNÍHO USPOŘÁDÁNÍ TUNELŮ.....	35
TABULKA 3.2 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB1.....	39
TABULKA 3.3 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2A	41
TABULKA 3.4 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2B	43
TABULKA 3.5 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2C	45
TABULKA 3.6 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2D	47
TABULKA 3.7 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2E.....	48
TABULKA 3.8 – PŘEHLED TUNELŮ V TRASE HB2F.....	50
TABULKA 3.9 – SEZNAM DOPRAVEN, VARIANTA HB1	54
TABULKA 3.10 – SEZNAM DOPRAVEN, VARIANTA HB2A (A DÁLE VARIANTA N13 DO ŽST. BRNO HL.N.).	54
TABULKA 4.1 – VÝCHOZÍ NÁVRH ROZSAHU DOPRAVY – VYŠŠÍ SCÉNÁŘ	69
TABULKA 4.2 – VÝCHOZÍ NÁVRH ROZSAHU DOPRAVY – NIŽŠÍ SCÉNÁŘ	70
TABULKA 4.3 – VÝCHOZÍ NÁVRH ROZSAHU DOPRAVY – OBLAST JIHLAVSKA.....	71
TABULKA 4.4 – DÉLKY ODDÍLŮ VE VZTAHU K TRAŤOVÉ RYCHLOSTI.....	76
TABULKA 6.1 – SOUHRN PROPOČTENÉ INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI PRO TRASU VRT PRAHA – BRNO	98

SEZNAM ZKRATEK

AOPK	Agentura na ochranu přírody a krajiny
ČOV	Čistička odpadních vod
ČR	Česká republika
EC	EuroCity
EN	EuroNight
EU	Evropská unie
EVL	Evropsky významná lokalita
Ex	Expres
HMP	Hlavní město Praha
CHKO	Chráněná krajinná oblast
IC	InterCity
JD	Jízdní doba
KDZ	Kolejnicové dilatační zařízení
Lv	Lokomotivní vlak
MD	Ministerstvo dopravy
MDZ	Mostní dilatační závěr
Mn	Manipulační vlak
MVÚ	Migračně významná území
Nex	Nákladní expres
NKP	Národní kulturní památka
NP	Národní park
NPP	Národní přírodní památky
NPR	Národní přírodní rezervace
OP	Ochranné pásmo
ORP	Obec s rozšířenou působností
Os	Osobní (zastávkový) vlak
PD	Přípravná dokumentace
Pn	Průběžný nákladní vlak
PO	Ptačí oblast
PP	Přírodní památky
PR	Přírodní rezervace
PÚR	Politika územního rozvoje
R	Rychlík
RS	Rychlá spojení
RS ŽUP	Studie „Vyhodnocení vlivu tras RS zapojených do ŽUP na udržitelný rozvoj území“
Rn	Rychlý nákladní vlak
SP	Studie proveditelnosti
Sp	Spěšný vlak
SK	Středočeský kraj
ÚK	Ústecký kraj
ÚP	Územní plán
ÚPD	Územně plánovací dokumentace
ÚSES	Územní systém ekologické stability
ÚTS	Územně technická studie
VKP	Významné krajinné prvky
VRT	Vysokorychlostní trať
ŽP	Životní prostředí
ZÚR	Zásady územního rozvoje
ŽU	Železniční uzel
ŽUP	Železniční uzel Praha

1 NÁVRH VARIANT TRAS

Původní zadání územně technické studie předpokládalo řešení tras vysokorychlostní tratě v úseku Praha – Havlíčkův Brod v oblasti stávajícího koridoru územní rezervy dle Zásad územního rozvoje dotčených krajů. V průběhu zpracování však došlo k úpravě rozsahu řešeného území i rozšíření spektra variant. Proto jsou původně zadané varianty dále nazvány jako „hlavní“ a nově doplňované v průběhu zpracování jako „doplňující“.

Řešené území tedy není omezeno jen na úsek VRT Praha – Havlíčkův Brod, ale přiměřeně je zpracováno i napojení železničního uzlu Jihlava, které může být pro některé varianty mírně odlišné. Vzhledem k tomu, že dochází k přesahu řešení od Prahy až za Jihlavu a vzhledem k tomu, že jsou k dispozici i návrhy trasy vysokorychlostní tratě v úseku Jihlava – Brno, jsou některé souvislosti řešeny v celkovém kontextu **VRT Praha – Brno**.

1.1 Přehled hlavních variant

V rámci této územně technické studie jsou detailně rozpracovávány následující základní varianty územně technického řešení koridorů VRT:

1.1.1 Varianta HB1

Varianta HB1 je výchozí (srovnávací) variantou, respektující koridor dosud sledovaný v zásadách územního rozvoje jednotlivých krajů. Zaústění do železničního uzlu Praha je uvažováno v žst. Praha-Běchovice. Trasa je vedena na sever podél dálnice D11 (varianta **V3** RS ŽUP v kombinaci s trasou **K** do oblasti Poříčan). V Poříčanech je uvažováno napojení do tratě 010. Pokračování trasy dále do Havlíčkova Brodu je v ose koridoru dle původní varianty **HB** z roku 2003. Trasa má upravené sklonové parametry (maximální sklon koresponduje s ostatními úseky VRT, tedy do 20 ‰), směrové parametry zůstaly zachovány (je respektován dosud sledovaný koridor). V oblasti Havlíčkova Brodu je trasa napojena do trasy dle varianty **N13** dle ÚTS VRT Benešov – Brno včetně napojení stávající tratě 231 v žst. Havlíčkův Brod ve směru od Prahy.

1.1.2 Varianta HB2a

Varianta HB2a je upravena jak z hlediska návrhových parametrů, tak v místě dosud identifikovaných územních kolizí. Její vedení nicméně stále vychází z koridoru dosud sledovaného v zásadách územního rozvoje jednotlivých krajů. Zaústění do železničního uzlu Praha je uvažováno v žst. Praha-Běchovice. Trasa je vedena na sever podél dálnice D11 (výše popisovaná varianta **V5a** RS ŽUP v kombinaci s trasou **K** do oblasti Poříčan). V Poříčanech je uvažováno napojení do tratě 010. Pokračování trasy dále do Havlíčkova Brodu je v ose koridoru dle původní varianty **HB** z roku 2003. Trasa má upravené sklonové parametry (maximální sklon koresponduje s ostatními úseky VRT, tedy do 20 ‰) i směrové parametry (minimální poloměr 6 100 m). Dosud sledovaný koridor je přiměřeně sledován, osa trasy je však přizpůsobována dalším kolizním místům v řešeném území. V oblasti Havlíčkova Brodu na trasu **HB2a** navazuje trasa varianty **N13** (ÚTS VRT Benešov – Brno) a trasa varianty **HB2e**.

1.1.3 Varianta HB2b

Varianta HB2b je ve většině délky shodná s variantou **HB2a**. Rozdíl mezi oběma variantami je v místě zaústění do železničního uzlu Praha, které je navrženo ve větší míře zahloubení pod EVL Blatov a Xaverovský háj dle trasy **V5b** RS ŽUP.

1.1.4 Varianta HB2c

Varianta HB2c je ve většině délky shodná s variantou **HB2a**. Rozdíl mezi oběma variantami je v místě zaústění do železničního uzlu Praha, které je navrženo ve větší míře zahloubení pod EVL Blatov a Xaverovský háj dle trasy **V3b** RS ŽUP.

1.1.5 Varianta HB2d

Varianta HB2d je doplněna jako rámcový průkaz dříve uvažované trasy, napojené do žst. Praha-Běchovice od jihu. Vychází z varianty **V6** RS ŽUP.

1.1.6 Varianta HB2e

Varianta **HB2e** vznikla jako výsledek snahy eliminovat složité průplety sjezdů a nájezdů na VRT východně od Stříteže a přiblížit trasu VRT k dálnici D1. Znamená to přesunout trasu VRT v úseku mezi Havlíčkovým Brodem a Jihlavou do stopy západně od stávající silnice I/38. Tím je dosaženo podobného vstupu do Jihlavy jako v případě variant **N14**, **N15** a **N17**, tedy v koridoru s dálnicí D1. Z hlediska parametrů trasy jsou dodrženy stejné zásady jako v případě varianty **HB2a**.

1.1.7 Varianta HB2f

Varianta **HB2f** vychází ze železničního uzlu Praha jinou stopou než ostatní varianty, a to v souběhu s tratí 221 přes žst. Praha-Vršovice a Praha-Zahradní Město (shodné vedení s VRT Praha – Benešov). Ze Zahradního Města je trasa vedena tunelem až do oblasti za silniční okruh a dále pak v souběhu s plánovanou přeložkou silnice I/12 v trase **HB2d**, jižně od Českého Brodu až do odb. Zárybník, kde se napojuje do trasy **HB2a**.

Součástí varianty **HB2f** je rovněž návrh napojení do tratě 011 mezi žst. Poříčany a žst. Pečky.

1.2 Přehled doplňujících variant

Některé z doplňujících variant a návrhy na úpravu předchozích řešení jiných úseků, které souvisejí s VRT Praha – Brno, jsou uvedeny v samostatné části této dokumentace „C. Řešení navazujících úseků“.

1.2.1 Varianta HB2g

Varianta **HB2g** je doplněna jako průkaz realizovatelnosti trasy mezi Prahou-Zahradním Městem a koridorem podél dálnice D11 (**HB2b**). Tato varianta byla doplněna v samém závěru prací, neobsahuje proto všechna hodnocení, nicméně vzhledem k tomu, že se v převážné délce shoduje s jinými variantami, je proto přiměřeně doložena a okomentována.

1.2.2 Varianta HB3a

Varianta **HB3a** je doplněna jako průkaz realizovatelnosti trasy mezi Benešovem a Havlíčkovým Brodem mimo ochranné pásmo v.n. Švihov. Trasa vychází z odb. Dobříčkov a do koridoru ostatních variant je napojena v oblasti Havlíčkova Brodu. Trasa je vedena jižně od Zruče nad Sázavou a jižně od Ledče nad Sázavou. V úseku mezi Havlíčkovým Brodem a Jihlavou byly v rámci této varianty prověřeny možné lokální úpravy trasy **HB2e**.

1.2.3 Varianta HB3b

Varianta **HB3b** je doplněna jako průkaz realizovatelnosti trasy mezi Benešovem a Havlíčkovým Brodem mimo ochranné pásmo v.n. Švihov. Trasa vychází z odb. Dobříčkov a do koridoru ostatních variant je napojena v oblasti Havlíčkova Brodu. Trasa je vedena severně od Zruče nad Sázavou a severně od Ledče nad Sázavou.

1.2.4 Varianta N18

Varianta **N18** je doplněna jako průkaz realizovatelnosti trasy mezi Benešovem a Jihlavou mimo ochranné pásmo v.n. Švihov. Trasa vychází z odb. Dobříčkov a do koridoru ostatních variant je napojena v oblasti Jihlavy (v souběhu s dálnicí D1). Trasa je vedena jižně od ochranného pásma v.n. Švihov, oblastí mezi Humpolcem a Pelhřimovem.

1.2.5 Propojení N13 do HB2e

Protože mají být vytvořeny podklady pro porovnání severního a jižního koridoru VRT mezi Prahou a Havlíčkovým Brodem předpokládáme, že je potřeba vytvořit i možnost navázání trasy **N13** v prostoru Havlíčkova Brodu na trasu varianty **HB2e**. Propojení zajišťuje cca 12 km dlouhý segment s parametry VRT mezi trasami variant **N13** a **HB2e**.

2 ÚZEMNĚ TECHNICKÉ VEDENÍ TRAS VRT

2.1 Zásady stavebně technického řešení

Vysokorychlostní trať je v úseku Praha – Havlíčkův Brod (resp. Velké Meziříčí, Brno) navrhována v celé délce jako dvoukolejná, elektrifikovaná střídavou napájecí soustavou 25 kV. Ve sledovaných variantách je základní návrhová traťová rychlost stanovena na 350 km/h, z čehož se odvíjí minimální poloměr oblouku $R=6\,100$ m. Maximální navrhovaný sklon v ucelených úsecích je 20 ‰ (lokálně v krátkých rampách až 25 ‰). Trať bude ve všech variantách vybavena moderním zabezpečovacím a sdělovacím zařízením minimálně standardu ETCS / GSM-R.

Jako základní konstrukce železničního svršku se předpokládá uložení koleje ve šterkovém loži (s výjimkou tunelů, kde je předpoklad uložení koleje v pevné jízdni dráze).

Zapojení do konvenční sítě a traťová kolejová propojení jsou navržena na nižší rychlost (s ohledem na nižší rychlost vlaků), a to dle místních podmínek na 100 až 200 km/h.

Návrh trasy je konstruován tak, aby maximálně respektoval hodnoty v území, a to nejen z hlediska životního prostředí, ale i z hlediska využitelnosti ploch pro lidskou činnost. Přesto lze konstatovat, že zcela bezkolizní trasu již nelze do tak exponovaného území vložit. Vysokorychlostní trať bude v území vždy určitým rušivým prvkem, ať už z hlediska hluku, bariéry v území či narušení původních přírodních ploch i obdělávané půdy.

Hlavní samostatné trasy vycházejí na straně železničního uzlu Praha ze žst. Praha-Běchovice (km 12,092). Nicméně přesto jsou navrženy i úpravy v předchozím úseku, a to Praha-Libeň – Praha-Běchovice (přístavba 4. traťové koleje) a mimoúrovňový přesmyk pro nákladní dopravu – spojka Jahodnice.

Dvě z řešených tras (HB2f a HB2g) vycházejí na straně železničního uzlu Praha ze žst. Praha-Zahradní Město. To je dáno maximální snahou o přímé zprůjezdnění Prahy hlavního nádraží v relaci Dresden – Praha – Brno a snahou o úsporu kapacity v oblasti Praha hl.n. – Praha-Běchovice. Trasa

Oblast nejzávažnější kolize s plochami ochrany životního prostředí severně od žst. Praha-Běchovice je řešena v několika variantách. Dále je koridor VRT navržen v zásadě pouze ve dvou stopách – HB1 (původní trasa dle ZÚR) a HB2a (upravená trasa). Jako alternativní je však prověřen i koridor podél budoucí trasy D12, eventuálně zcela mimo přes Benešov oblastí kolem vodní nádrže Švihov.

Více navrhovaných variant řešení je rovněž severně od krajského města Jihlava, a to HB1 (koridor dle ZÚR), HB2a (trasa N13 z předchozí dokumentace) a nově navržená trasa HB2e, která umožňuje větší souběh s dálnicí D1 severně od Jihlavy.

Navržená trasa je napojena do konvenční železniční sítě v následujících místech:

- železniční uzel Praha (žst. Praha-Běchovice / Praha-Zahradní Město),
- trať 011 (traťová spojka výh. Vykáň / Tuchoraz – odb. Tatce),
- trať 231 (traťová spojka výh. Babice – žst. Havlíčkův Brod),
- trať 225 (traťové spojky z odb. Dobronín a odb. Měšín do žst. Jihlava hl.n. a žst. Jihlava město).

Na navrhované vysokorychlostní trati se předpokládá rozmístění několika dopraven různého účelu a rozsahu. V první řadě jsou to železniční stanice (výhybny), umožňující předjíždění vlaků, případně i nástup a výstup cestujících (dopravní terminály) a nebo napojení areálu údržby. Dále jsou to odbočky do konvenční železniční sítě a kolejová propojení.

2.2 Popis varianty HB1

Varianta trasy HB1 je směrově (polohopisně = půdorysně) shodná se stávající trasou uvedenou v ZUR. Toto řešení představuje částečně varianta K a částečně varianta HB, jak jsou uvedeny v dokumentaci Aktualizace koncepce VRT z roku 2003. Nejmenší poloměr směrového oblouku byl původně uvažován $R = 6500$ m a nejvyšší podélný sklon $12,5 \text{ ‰}$ pro smíšenou dopravu (osobní a nákladní). Cílem návrhu varianty HB1 je respektovat směrové poměry určující polohu trasy v území a na ní aplikovat parametry sklonových poměrů s nejvyšším podélným sklonem 20 ‰ , které jsou uplatněny i v návrhu tras variant N13 – N17 v jižním koridoru. Tím vznikne v severním koridoru parametricky srovnatelná trasa s trasami jižního koridoru a zároveň respektující ZÚR. Srovnatelnost parametrů zajišťuje i porovnatelnost investičních nákladů, protože rozdíly v investičních nákladech jsou už potom vyvolány pouze odlišným územím severního a jižního koridoru.

Praha Běchovice

Traťový úsek Praha-Libeň – Praha-Běchovice (navrhovaný jako čtyřkolejný) a žst. Praha-Běchovice jsou koncipovány ve směrovém uspořádání hlavní tratě a v traťovém uspořádání s odbočnou tratí do Prahy-Malešic. Traťové koleje, napojující VRT, jsou umístěny uvnitř.

Odbočení VRT v žst. Praha-Běchovice je koncipováno jako mimoúrovňové, se zahloubením traťových kolejí VRT pod dnešní kolejiště tratě 010. Řešení je shodné s dokumentací RS ŽUP.

Praha Xaverov

Po odpojení tratě VRT z kolejiště konvenční sítě prochází lokalitou Klánovického lesa. Vzhledem k tomu, že se z environmentálního pohledu jedná o velice citlivou oblast, jsou trasy řešeny variantně. Do varianty HB1 je zahrnuto dosud sledované vedení (varianta V3 dle RS ŽUP). Mělké uložení trasy pod terénem v oblasti EVL s dopadem do kořenového systému Klánovického lesa vedení trasy v tomto místě prakticky vylučuje z dalšího sledování.

Km 17,0 – km 29,0 souběh s dálnicí D11.

Trasa je vyvedena z tunelu pod Klánovickým lesem do souběhu s dálnicí D11. Vzdálenost i místní podmínky umožňují případné zřízení zemního valu pro optické odclonění i hlukovou ochranu obytné zástavby obcí Klánovice a Šestajovice. V obci Jirny až do místa křížení se

silnicí II/101 bude nutné zřízení protihlukové stěny, protože obytná zástavba se nachází již 60 m od osy koleje a železnice je vedena po násypu. Za křížením se silnicí II/101 je trasa sice vedena tak, aby umožnila těsný kontakt s rampou silniční křižovatky, ale za cenu zásahu do zastavěných pozemků (pravděpodobné demolice)

Mezi obcemi Jirny a Kozovazy je trasa VRT vedena podél dálnice. Mezi hranami zemních těles obou liniových staveb vzniká pruh šířky cca 120m. To umožňuje zachování samoty ležící u silničního mostu přes dálnici u obce Nehvizdy.

V km 24,744 se nachází výh. Hehvizdy. Užitečná délka kolejí výhybny je 570 m. Úplné kolejové propojení na rychlost 160 km/h je na obou zhlavích. Rychlost do předjízdových kolejí je 80 km/h.

V km 28,250 se nachází odbočka Kounice traťové spojky vedoucí do prostoru za stávající ŽST Poříčany, kde se napojuje do 1. TŽK. Rychlost do odbočení směrem na 1. TŽK je 200 km/h

V km 29,7 je trasa vedena přímo přes areál podniku Jokey Praha cz s.r.o. Trasa kříží silnici II/245.

Km 30,0 – km 37,0

V km 30,0 – 34,0 se trasa přibližuje k okraji obytné zástavby obce Kounice na vzdálenosti 300 m. Zároveň v tomto prostoru kříží v horní úrovni koleje VRTkolej č. 2 traťové spojky do 1. TŽK a je nutno se vypořádat s přeložkou silnice II/272 a dálkovým migračním koridorem zvěře.

V km 34,0 – 37,0 trasa prochází kopcem Zálužník železničním tunelem délky 1 400 m. Tunel je jednotubusový, dvoukolejný.

Km 37,0 – km 38,0 křížení s 1. TŽK

V tomto úseku trasa VRT překračuje estakádou trať 1. TŽK a údolí potoka Šembera. Vlevo tratě se nachází ve vzdálenosti 220m obytná zástavba obce Klučov. Trasa kříží silnici II/330.

Km 38,0 – km 42,0 Lstiboř, Chrást'any, Chotouň

Trasa je vedena ve vzdálenosti 360 m severovýchodně od okraje obytné zástavby obce Lstiboř. Posazení trasy do svahu kopce U stromečku umožňuje zajistit účinné hlukové i vizuální odclonění tratě. Trasa je vedena prakticky ve shodné stopě jako varianta HB2a.

Dále je trasa vedena ve vzdálenosti 300m od okraje obytné zástavby obce Chrást'any. Trať je vedena v zářezu a okolní volný prostor od tratě umožňuje zřízení účinné ochrany i zemním valem.

Okraj obytné zástavby obce Chotouň se nachází 750m od osy krajní koleje VRT. Okolní volný prostor od tratě umožňuje zřízení účinné ochrany případně i zemním valem.

Km 42,0 – km 46,5 I/12, Výrovka

Trasa prochází mělkou prosedlinou, kde v horní úrovni kříží silnice I/12 a II/334. Pak pokračuje dlouhým zářezem s podélným sklonem do údolí řeky Výrovka. Údolí s řekou pak přechází estakádou osazenou oboustranně protihlukovými stěnami. V údolí se nachází obce Miškovice a Klášterní Skalice. Trasa prochází volným prostorem mezi těmito obcemi ve vzdálenostech 380 m (Miškovice) a 570 m (Klášterní Skalice).

Km 46,5 – km 56,0 Bošice, Svojšice

Trasa kříží v těsné blízkosti ŽST Bošice lokální tratě Pečky – Kouřim a Bečváry – Bošice. Do ŽST Bošice je zapojena vlečka areálu Státních hmotných rezerv se skladišti. Tratě i areál kříží VRT v horní úrovni po estakádě. Vzdálenost trasy VRT od obytné zástavby obce Bošice 400 m. Trať je zde vedena po vysokém násypu a částečně i estakádě. V případě potřeby bude obytná zástavba chráněna protihlukovými stěnami.

V km 51,0 – 52,0 kříží trasa poměrně mělké údolí říčky Bečvářka s obcí Svojšice. Trasa prochází krajem zástavby této obce a částečně i přes Svojšický rybník. Dodržení trasy bude znamenat demolice některých obytných objektů. Přechod údolí je řešen nízkou estakádou. Ta bude muset být opatřena oboustrannými protihlukovými stěnami, protože na druhé straně než je obec Svojšice, se nachází ve vzdálenosti 500 m okraj obytné zástavby obce Nová Ves. Estakáda bude tvořit velice dominantní vizuální objekt pro obě obce.

V další části až do km 55,0 je trasa vedena v tunelu. Tunel je dvukolejný s jedním tunelovým tunelem. Délka tunelu je 1 km.

V konci popisovaného úseku se trasa dostává do těsné blízkosti (130 m) obytné zástavby obce Dolní Chvatiny. Zástavba obce bude muset být účinně chráněna protihlukovými stěnami. Okraj obytné zástavby obce Mančice je v dostatečné vzdálenosti 600 m.

Km 56,0 – km 60,0 Pučery, I/2, Paďousy

V km 57,2 trasa po 680 m dlouhé estakádě přechází mělké údolí horního toku Bečvářky a zároveň kříží lokální železniční trať Kolín – Ledečko. Dostává se do vzdálenosti pouhých 200 m od okrajů zástavby obce Pučery. Přitom je trať vedena po násypu a estakádě. Bude nutné zajistit účinnou protihlukovou ochranu obytné zástavby obce. Příznivější situace je pro obec Paďousy. Zde je okraj obytné zástavby ve vzdálenosti 650 m a trať se již noří do zářezu. V popisovaném úseku pak trasa VRT kříží ještě silnici I/2 a silnici II/125.

Km 60,0 – km 64,0 Solopysky, Malenovice

V km 61,0 se trasa dostává do blízkosti obcí Solopysky a Malenovice. Obzvláště problematický bude průchod okolo obce Solopysky. Trať se nachází na násypu a vzdálenost okraje obytné zástavby je pouhých 300 m od tratě. Realizace účinných protihlukových opatření bude nevyhnutelná. Příznivější situace je v případě obce Malenovice. Vzdálenost okraje obytné zástavby je 530 m od tratě.

V km 64,0 se v pásmu do 1 km vyskytují obce Rozkoš a Vidice. Okraj obytné zástavby vsí Rozkoš se nachází 620 m od osy VRT. Trasa je vedena v poměrně hlubokém zářezu a ochranu obytné zástavby dolňuje Dobřeňský les. Okraj obytné zástavby obce Vidice je ve vzdálenosti 700 m a opticky je odcloněna přirozenou terénní vlnou.

Km 64,0 – km 87,0 Červené Janovice

Jedna z největších obcí, kterou trasa do Havlíčkova Brodu ovlivňuje, jsou Červené Janovice. Ty na sebe ještě v blízkém okolí vážou několik dalších obcí. První dotčenou obcí této části je víska Albrechtice. Trasa prochází ve vzdálenosti pouhých 250 m od obytné zástavby a vede prakticky po terénu. Realizace dostatečně účinných protihlukových opatření bude nevyhnutelná. Trasa kříží silnici II/337. V tomto bodě rovněž VRT kříží osy dálkového migračního koridoru. Dalšími

obcemi jsou Chroustkov, Chlístovice a Zdeslavice. Tyto obce se nachází ve vzdálenostech 700, 1000, a 950 m od trasy VRT a lze je tak snadno chránit a odclonit.

V km 71,1 nachází odb. (kolejové propojení). Úplné kolejové propojení je z výhybek na rychlost 160 km/h.

V km 71,5 a 72,8 prochází trasa těsně kolem zástavby výsek Bahýnko a Zavadilka. Trať je v obou případech vedena po vysokém násypu a přechází na estakádu. Negativní vliv na obytnou zástavbu bude velice výrazný i při realizaci protihlukových opatření. Obec Chlístovice lze považovat již za neovlivněnou. Trasa kříží silnici II/126.

V km 74,5 trasa kontaktuje zástavbu obce Opatovice I. Trasa zde přechází údolí Opatovického potoka v kterém obec leží a částečně prochází i přes Nový Opatovický rybník. Realizace dostatečně účinných protihlukových opatření na estakádě bude nevyhnutelná. Obec Bahno lze považovat již za neovlivněnou.

V km 75,5 se trasa dostává do nejbližšího kontaktu se zástavbou obce Červené Janovice. Ta je stále ve vzdálenosti 700 m od tratě. Ta je téměř v celé délce kontaktu vedena poměrně v hlubokém zářezu. Pouze 110m dlouhá část je vedena po nízkém násypu. Volný terén, zářez i vzdálenost zástavby umožňují realizaci účinných ochranných opatření. Trasa kříží silnici II/339.

V km 78,4 se trať ocitá ve vzdálenosti 450 m od okraje obytné zástavby obce Újezdec.

V km 81,0 – 87,0 se trasy obou variant přibližují do prakticky shodného koridoru. Ovlivnění obcí Senetín (750 m), Damírov (270 m), Petrovice I (530 m), Čejkovice (200 m) a Chlum (650 m) je prakticky pro obě varianty trasy VRT srovnatelné. V každém případě bude nutno počítat s realizací protihlukových opatření. Trasa kříží silnici II/338.

Km 87,0 – km 91,5 Dobrnice

V km 88,0 trať prochází sice v hlubokém zářezu, ale pouze 100 m od krajní zástavby obce Dobrnice. Trasa kříží silnici II/130.

Km 91,5 – km 101,0 Sázavka, Kunemil, Josefodol, Služátky, Příseka

V km 91,0 vstupuje trať do úzkého, klikatého a hlubokého údolí řeky Sázavky. Trasa je výškově vedena ve spodní čtvrtině přilehlého svahu, po levém břehu řeky jako stávající trať Havlíčkův Brod – Kolín. Niveleta je přibližně 10 – 20 m nad niveletou stávající tratě. To umožňuje vyloučit šikmá křížení se stávající tratí a řekou. Údolí řeky pak trasa opouští v km 97. Řešení variant HB1 a HB2a se v této části prakticky neliší.

V km 93,0 prochází trať v blízkosti obce Sázavka. Trať je vedena částečně v tunelech a v zářezích. To spolu s dostatečnou vzdáleností 650 m a výškovým rozdílem zajišťuje přirozené odclonění tratě od zástavby. Problematický je pouze průchod chatkovou oblastí u zast. Sázavka. Ta bude tratí ovlivněna a nelze vyloučit ani demolice některých chat.

V km 95,0 prochází trať v blízkosti obce Kunemil. Kromě krátkého násypového úseku je vedena v hlubokém zářezu. To spolu se vzdáleností 350 m a výškovým rozdílem zajišťuje přirozené odclonění tratě od zástavby. Trasa kříží silnici II/347.

V km 97,0 prochází trať v blízkosti obce Josefodol. V této oblasti se uvažuje s poměrně rozsáhlým rozvojem ploch pro bydlení. Odclonění tratě od těchto rozvojových ploch bude nevyhnutelné.

V km 97,5 prochází trasa obcí Služátky. Předpokládala průchod prakticky středem obce, který bude vyžadovat demolice obytných domů a ve výsledku může mít na obec zničující dopad. Nepomůže ani 200 m dlouhý tunel, který začíná až za průchodem obcí.

V km 100,0 prochází trať v blízkosti obce Příseka. Vzdálenost (450m) i výškový rozdíl (30m) prakticky vylučují negativní dopad provozu tratě na stávající zástavbu.

V km 101,0 přechází trať přes řeku Sázavu. I když jsou trasy obou variant vzdáleny 70 m, jedná se prakticky o shodné řešení. Křížení bude největším mostem na celém úseku Praha – Havlíčkův Brod. Půjde o výraznou dominantu viditelnou v širokém okolí. Konstrukci mostu musí být věnována relevantní pozornost i z hlediska architektury a vlivu na krajinu.

Km 101,0 – km 107,5 Nová Ves u Světlé nad Sázavou, výh. Babice

Prvním kolizním místem na levém břehu Sázavy je střet tratě s rozvojovou plochou pro bydlení obce Nová Ves u Světlé nad Sázavou. Trať prochází touto plochou v otevřeném zářezu. Těsně za tímto kolizním místem trasa kříží silnici II/150.

Obec Babice se nachází v údolí řeky Sázavy. Trasa VRT je vedena prakticky až za svahem říčního údolí. Vzdálenost (750m) i výškový rozdíl (25m) a vedení trasy v zářezu vylučují negativní dopad provozu tratě na stávající zástavbu.

V km 103,905 se nachází výh. Babice. Užitečná délka předjízdných kolejí výhybny je 550 m, rychlost do předjízdných kolejí je 80 km/h. Na obou zhlavích je úplné kolejové propojení na rychlost 160 km/h. Do zhlaví výhybny je napojena odbočka traťové spojky do Havlíčkova Brodu. Odbočné výhybky jsou na rychlost 200 km/h.

Km 107,5 – km 114,2 Vadín, Klanečná, Poděbaby, Havlíčkův Brod

V km 106,5 míjí trasa ve vzdálenosti cca 550 m zástavbu obce Vadín. Trať přechází úzké, hluboké a klikaté údolí Perlového potoka přibližně ve středu výšky přilehlých svahů. I když vzdálenost je pouze 550 m, zástavba je účinně chráněna okolními svahy.

V km 108,9 míjí trasa ve vzdálenosti pouhých cca 450 m zástavbu obce Klanečná. Trať sice vede v mělkém zářezu, s realizací účinných ochranných opatření obytné zástavby před negativními účinky z provozu na VRT se ale bude muset uvažovat.

V km 110,1 trasa kontaktuje krajní zástavbu obce Poděbaby. Trať sice vede v mělkém zářezu, s realizací účinných ochranných opatření obytné zástavby před negativními účinky z provozu na VRT se ale bude muset uvažovat. Prostorové poměry nedovolí realizaci zemních valů. Vše bude záviset na protihlukových stěnách. Vizualního odclonění VRT nepůjde dosáhnout. Zásah do zástavby obce se neobejde bez demolice hospodářského objektu.

V km 111,0 – 112,0 je trasa vedena v hloubeném tunelu podél letiště. Za tímto tunelem trať kříží silnici I/34.

V km 112,5 je trasa vedena po povrchu a část obytné zástavby Havlíčkova Brodu se nachází v předpokládaném ovlivněném pásu 1 km od osy VRT. S realizací účinných ochranných opatření obytné zástavby před negativními účinky z provozu na VRT bude nutno uvažovat. Prostorové poměry dovolí realizaci i zemního valu pro vizuální odclonění VRT.

2.3 Napojení varianty HB1 na 1. TŽK

Km 0,0 – km 6,0 Bříství, Kounice

Tato část je vzhledem k odlišné trase VRT řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1.

Odbočné výhybky napojení na 1. TŽK leží v km 28,170 trasy varianty HB1. Obě koleje odbočují vně tratě VRT a do km 2,5 jsou vedeny prakticky v souběhu s trasou VRT v osové vzdálenosti 10 m od kolejí VRT. Odbočující výhybky i trasovací parametry traťové spojky jsou na rychlost 200 km/h.

Kol. č. 2 v km 2,0 – 6,0 se v horní úrovni křížuje s kolejemi VRT. Vlastní křížení v km 3,2 je realizováno prostřednictvím 1,3 km dlouhé estakády. V rámci tohoto mostního objektu budou realizována i další křížení (silnice, migrační koridor, vodoteč). Vpravo od kol. č. 2 se ve vzdálenosti 750 m nachází okraj obytné zástavby obce Kounice. Železnice je vedena po estakádě. Ochranná opatření této zástavby budou muset být realizována protihlukovými stěnami na estakádě.

Kol. č. 1 od km 2,5 se oddaluje od VRT a postupně stoupá po přilehlých svazích až do km 6,0, kde se opět s kol. č. 2 traťové spojky spojují do standardního dvukolejného uspořádání.

Km 6,0 – km 9,9 Chrást, Poříčany

Tato část je řešena prakticky shodně pro obě varianty HB2a i HB1.

V km 6,1 – 9,1 je traťová spojka vedena v dvukolejném tunelu ve standardním uspořádání dvukolejné tratě. Ten zcela spolehlivě chrání před negativními vlivy z provozu na VRT obytnou zástavbu obce Chrást.

Část tratě v km 9,1 – 9,9 je vedena v otevřeném terénu. Obytná zástavba obce Poříčany se nachází pouze 90 m od tratě. Realizace účinných protihlukových opatření bude nutností. Vizualní odclonění nebude možné, protože trasa traťové spojky stoupá na estakádu, po terénu následně v horní úrovni kříží 1. TŽK. Trasa kříží silnici II/330.

Km 9,9 – km 13,0 1. TŽK

Tato část je vzhledem k odlišnému napojení do tratě 1. TŽK řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1.

Ve variantě HB1 se navrhuje rozšíření osové vzdálenosti traťové spojky do dvou samostatných kolejí, které se z vnější strany napojí do stávajících kolejí 1. TŽK. Přitom kol. č. 2 traťové spojky v horní úrovni kříží zhlaví ŽST Poříčany a koleje 1. TŽK. Odbočovací výhybky výh. Hořany jsou na rychlost 160 km/h.

2.4 Napojení varianty HB1 do Havlíčkova Brodu

Km 0,0 – km 6,0 Vadín, Klanečná, Veselice

Tato část je vzhledem k odlišné trase VRT řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1.

Odbočovací výhybky traťové spojky do Havlíčkova Brodu leží v km 104,396 trasy varianty HB1. Obě koleje odbočují vně tratě. Odbočující výhybky i trasovací parametry traťové spojky jsou na rychlost 200 km/h. Kol. č. 2 traťové spojky kříží v horní úrovni koleje VRT.

V km 2,5 jsou koleje traťové spojky vedeny v blízkosti obce Vadín. Vzájemná vzdálenost kolejí je zde 220 m. Vzdálenost od okraje obytné zástavby je 280 m a 500 m. I když jsou koleje v rozdílné niveletě, v obou případech se nachází v hlubokých zářezech. Ochrana obytné zástavby obce bude bez problémů zajištěna.

V km 4,5 jsou koleje traťové spojky již ve standardním uspořádání dvoukolejné tratě. I když zde trasa přechází mostem úzké a hluboké údolí potoka a pak 2x přetne po estakádě zátočinu řeky Sázava, je trasa traťové spojky vizuálně od zástavby obce vzdálené pouze 200 m odcloněna. Ochrana před účinky hluku bude problematičtější. Oba mostní objekty budou muset být opatřeny účinnými protihlukovými stěnami.

V km 5,0 – 5,9 jsou koleje traťové spojky vedeny v tunelu. Tunel je dvoukolejný délky 800 m a spolehlivě zajistí ochranu zástavby obce Veselice.

Km 6,0 – km 7,3 napojení do stávající tratě

Obě koleje traťové spojky jsou vedeny ve standardním dvoukolejném uspořádání a v horní úrovni kříží kol. č. 1 stávající tratě. Po vykřížování se pak po sestupné rampě dostanou na shodnou výškovou úroveň se stávající tratí. Zde se nachází odbočné výhybky na rychlost 100 km/h. Rozšíření na čtyřkolejný koridor (stávající trať + traťová spojka) bude provedeno směrem k řece Sázavě. Koleje stávající tratě budou vedeny po krajích tohoto koridoru. Koleje spojovací tratě budou vedeny po sestupné dvoukolejné rampě středem tohoto koridoru.

Související objekty drážního investora

V souvislosti se zvýšením provozu na stávajících kolejích do ŽST Havlíčkův Brod, bude nutno v této části do stavby zahrnout i protihluková opatření podél stávající tratě.

2.5 Popis varianty trasy HB2a

Varianta trasy HB2a je navržena v souladu se směrovými i sklonovými parametry jako varianty tras jižního koridoru přes Benešov, tj. varianty N13 – N17. To znamená nejmenší poloměr směrového oblouku $R = 6100$ m a nejvyšší podélný sklon 20 ‰. Cílem tohoto návrhu je vytvořit v severním koridoru přes Poříčany trasu se srovnatelnými parametry, jako jsou trasy v jižním koridoru. Srovnatelnost parametrů zajišťuje i porovnatelnost investičních nákladů, protože rozdíly v investičních nákladech jsou už potom vyvolány pouze odlišným územím severního a jižního koridoru.

Praha Běchovice

Traťový úsek Praha-Libeň – Praha-Běchovice (navrhovaný jako čtyřkolejný) a žst. Praha-Běchovice jsou koncipovány ve směrovém uspořádání hlavní tratě a v traťovém uspořádání s odbočnou tratí do Prahy-Malešic. Traťové koleje, napojující VRT, jsou umístěny uvnitř.

Odbočení VRT v žst. Praha-Běchovice je koncipováno jako mimoúrovňové, se zahloubením traťových kolejí VRT pod dnešní kolejiště tratě 010. Řešení je shodné s dokumentací RS ŽUP.

Praha Xaverov

Po odpojení tratě VRT z kolejiště konvenční sítě prochází lokalitou Klánovického lesa. Vzhledem k tomu, že se z environmentálního pohledu jedná o velice citlivou oblast, jsou trasy řešeny variantně. Do varianty HB2a je zahrnuto upravené vedení trasy (varianta V5a dle RS ŽUP). Prostor Klánovického lesa je křížen v nejužším místě v souběhu se stávající silnicí, v povrhovém uspořádání. To má za následek minimalizaci zásahu do kořenového systému a hydrogeologických poměrů Klánovického lesa.

Km 17,0 – km 29,0 souběh s dálnicí D11.

Trasa se ještě více přibližuje k dálnici D11. Pozitivně se to projeví především v prostoru obytné zástavby obcí Jirny a Kozovazy.

V obci Jirny to umožní do místa křížení se silnicí II/101 zřízení účinné protihlukové zábrany s vizuálním odcloněním (zřízení zemního valu). Za křížením se silnicí II/101 způsobí sice přiblížení k dálnici zkomplikování s mimoúrovňovými kříženími s rameny dálniční křižovatky. Na druhou stranu ale umožní zachování skladové budovy Meyer Lostic s.r.o a Penny Market s.r.o.

Mezi obcemi Jirny a Kozovazy je trasa VRT vedena podél dálnice tak, aby se zemní tělesa obou liniových staveb navzájem neprotínala. Ohrožena je ale samota ležící u silničního mostu přes dálnici u obce Nehvizdy. Trasa se od původní osy odchyluje až o 150 m. Stále ale zůstává v původním chráněném koridoru.

V km 28,0 přechází trasa na opačnou stranu od původního návrhu. To umožní vyhnout se areálu podniku Jokey Praha cz s.r.o, který byl původním návrhem silně zasažen. Trasa kříží silnici II/245.

Km 29,0 – km 37,0

V km 29,767 se nachází výh. Vykáň s odbočením do prostoru za stávající ŽST Poříčany, kde se napojuje do 1. TŽK. Užitečná délka kolejí výhybny je 570 m. Úplné kolejové propojení je na obou zhlavích, jedno na rychlost 80 km/h, druhé na rychlost 160km/h. Rychlost do předjízdňových kolejí je 80 km/h. Rychlost do odbočení směrem na 1. TŽK je 200 km/h. Trasa se sice oproti variantě HB1 přibližuje o 120 m k okraji zástavby obce Vykáň, stále je ale v dostatečné vzdálenosti 850 m od této zástavby.

V km 32,0 – 35,0 se trasa významně oddaluje od okraje obytné zástavby obce Kounice. Zvětšení této vzdálenosti je z 300 m na 700 m. Toto oddálení zároveň umožňuje lepší využití severně ležících svahů (Horky) k vytvoření mimoúrovňového vykřižování VRT se spojkou na 1. TŽK. Složitost tohoto místa umocňuje nutnost vypořádání se s přeložkou silnice II/272 a

dálkovým migračním koridorem zvěře. Za tím účelem se jak na trati VRT, tak na kolejích traťové spojky do 1. TŽK zřízení nadúrovňových ekoduktů.

Dále se pak trasa postupně přibližuje k variantě HB1. Důsledněji se tak trasa vyhýbá kopci Zálužník. To umožňuje zkrácení železničního tunelu z 1 400 m na 360 m. Tunel je jednotubusový, dvoukolejný.

Km 37,0 – km 38,0 křížení s 1. TŽK

V tomto úseku trasa VRT překračuje estakádou trať 1. TŽK a údolí potoka Šembera. Vlevo tratě se nachází ve vzdálenosti 270m obytná zástavba obce Klučov. I když trasa zvětšuje oproti variantě HB1 tuto vzdálenost o cca 50m, bude tento úsek obtížný z hlediska ochrany obytné zástavby před hlukem. Trasa kříží silnici II/330.

Km 38,0 – km 42,0 Lstiboř, Chrást'any, Chotouň

Trasa je vedena ve vzdálenosti 400 m severovýchodně od okraje obytné zástavby obce Lstiboř. Posazení trasy do svahu kopce U stromečku umožňuje zajistit účinné hlukové i vizuální odclonění tratě. Trasa je vedena prakticky ve shodné stopě jako varianta HB1.

V průchodu mezi obcemi Chrást'any a Chotouň je navržen posun trasy tak, aby se vyrovnávala vzdálenost VRT od obou obcí. Zároveň je trasa vedena ve snížené niveletě. Okolní volný prostor od tratě umožňuje zřízení účinnou ochranu obou obcí pomocí zemních valů.

Km 42,0 – km 46,5 I/12, Výrovka

Trasa se od varianty HB1 odklání až o 280 m. Důvodem je snaha o lepší začlenění trasy do terénu. To spolu s integrací křížení VRT se silnicemi I/12 a II/334 do jednoho bodu umožňuje snížení investiční náročnosti. Současně dochází i k vhodnějšímu rozložení vzdáleností trasy VRT od okraje zástavby obcí Miškovice a Klášterní Skalice na průchodu s křížením s řekou Výrovka. Toto křížení včetně přechodu údolí řeky je navrženo nízkou estakádou osazenou oboustranně protihlukovými stěnami.

Km 46,5 – km 56,0 Bošice, Svojšice

Po křížení s řekou Výrovka se trasa opět odklání od varianty HB1. Důvodem je nutnost vyhnout se skladištím Státních hmotných rezerv. Souběžným pozitivem je zvětšení vzdálenosti VRT od obce Bošice z 400 m na 750 m, což je v situaci, kdy je trať vedena po násypu významné.

Toto oddálení současně zajišťuje i podstatné oddálení tratě od zástavby obce Svojšice. Varianta HB1 dokonce vyžaduje demolice domů v okrajové zástavbě. Nová trasa je vedena ve vzdálenosti 300 m od okraje zástavby po nízké estakádě přes údolí potoka Bečvárka. Estakáda bude muset být opatřena oboustrannými protihlukovými stěnami, protože na druhé straně než je obec Svojšice, se nachází ve vzdálenosti 500 m okraj obytné zástavby obce Nová Ves.

V dalším vedení až do km 55,0 dochází postupně k přibližování trasy k původnímu řešení. Přesto ale dochází k lepšímu začlenění trasy do terénu, což umožní nahradit 1 km dlouhý tunel ve variantě HB1 otevřeným zářezem.

V konci popisovaného úseku se trasa dostává do stejné stopy jako varianta HB1. Větší oddálení od obce Dolní Chvatiny už není vzhledem k následnému vedení trasy možné. Zástavba obce bude muset být účinně chráněna protihlukovými stěnami. Vzhledem k blízkosti zástavby a

vedení tratě nad úrovní terénu už nebude možná realizace ochranných valů. Naopak pro obec Mančice na opačné straně VRT bude tento způsob ochrany vhodný.

Km 56,0 – km 60,0 Pučery, I/2, Paďousy

V této části dochází opět k posunu trasy oproti variantě HB1 až o 250 m. Důvodem je vyrovnaní vzdáleností trasy od okrajů zástavby obcí Pučery a Paďousy. Trať se tak dostane do přibližně shodné vzdálenosti 350 m od této zástavby. Zároveň dojde k většímu zahloubení trasy, což v případě obce Pučery umožňuje realizaci účinného ochranného valu a v případě obce obce Pučery zapuštění tratě dostatečně hluboko pod úroveň terénu. V popisovaném úseku pak trasa VRT kříží stávající trať Kolín – Ledečku a silnici I/2 a silnici II/125.

Km 60,0 – km 64,0 Solopysky, Malenovice

V úseku km 60,0 – 63,0 dochází k posunu trasy oproti variantě HB1 opět především z důvodu vyrovnaní vzdáleností tratě od obcí Solopysky a Malenovice. Kromě oddálení tratě na shodnou vzdálenost cca 350m od okrajů obytné zástavby obou obcí bude možno realizovat i účinnou ochranu této zástavby pomocí ochranných zemních valů. Posun trasy vyvolává přiblížení tratě k obci Dobřeň o cca 120 m. Vzhledem k celkové vzdálenosti 870 m však toto přiblížení nepovažujeme za významné.

Km 64,0 – km 87,0 Červené Janovice

Prvotním impulsem k hledání alternativní stopy vzhledem k trase HB1 jsou avizované problémy průchodu kolem obce Červené Janovice. V místě nejbližšího kontaktu je varianta HB1 stále ve vzdálenosti 700 m od krajní zástavby a pouze 110 m dlouhá část je vedena po nízkém násypu, jinak je celá v zářezu. Možná více problematický je kontakt trasy varianty HB1 se zástavbou obcí Albrechtice, Bahýnko, Zavadilka, Opatovice I, Vilémovice a Chvalov. Trasa navržené varianty HB2a se sice jmenovaným obcím vyhýbá, ale celkově charakter rozložení obcí v území nedává bez podrobnějšího zkoumání jednoznačné doporučení.

V úseku km 64,0 – 67,0 dochází k posunu trasy varianty HB2a především z důvodu následného trasování územím. Na kontaktu s obcí Albrechtice sice dochází ke zvětšení vzdálenosti od obce, nelze ho však považovat za významné. V tomto bodě rovněž VRT kříží osy dálkového migračního koridoru. Trasa kříží silnici II/337.

V úseku km 67,0 – 81,0 dochází k dalšímu, ale podstatně významnějšímu posunu trasy varianty HB2a. Na křížení s Chlístovským potokem dochází k přiblížení k roztroušené zástavbě obce Chlístovice. Míru zhoršení situace pro tuto zástavbu oproti variantě HB1 nepovažujeme ale za významnou. V km 70,075 se nechází výhybna Chlístovice. Užitečná délka předjízdnych kolejí je 500 m, rychlost do předjízdnych kolejí 80 km/h. Úplné kolejové propojení je na obou zhlavích z výhybek na rychlost 160 km/h.

V místě křížení s potokem Vrchlice je navrženo významné oddálení tratě od zástavby obce Bahýnko. Most překlenující údolí potoka ale bude muset být opatřen protihlukovými stěnami.

V km 72,5 dochází k významnému přiblížení tratě k zástavbě obce Bahno. Výsledná vzdálenost 350 m a volný a rovinný terén mezi obcí a tratí umožňuje realizaci účinných ochranných opatření prostřednictvím zemního valu. Trasa kříží silnici II/126.

V km 74,0 se trať ocitá v bodě s nejmenší vzdáleností 400 m od okraje obytné zástavby obce Opatovice I. Vedení tratě vůči zástavbě této obce považujeme za podstatně příznivější, než

v případě varianty HB1, která prochází přímo okrajem zástavby obce. Trasa varianty HB2a je vedena v poměrně hlubokém zářezu a estakáda křížící Opatovický potok je ve vzdálenosti až 800m od kraje zástavby obce Opatovice I. Podobný pozitivní efekt z oddálení tratě od obytné zástavby platí i pro obec Vilémovice. Změna trasy však vyvolá přiblížení tratě v místě této estakády do vzdálenosti 500 m od okraje obytné zástavby obce Korotice. Tato estakáda bude muset opatřena oboustrannou protihlukovou stěnou. V případě varianty HB1 se ovlivnění obce Korotice nepředpokládá. Podobný negativní efekt plynoucí z přiblížení tratě platí pro obce Lomeček (vzdálenost 800 m), Lány (vzdálenost 200 m), Paběnice (vzdálenost 250m) a samotou Habřina (kontakt). V případě obcí Lomeček a Paběnice lze vybudovat účinná ochranná opatření v podobě zemního valu. Trasa kříží silnici II/339.

V km 79,5 se trať ocitá v bodě s nejmenší vzdáleností 400 m od okraje obytné zástavby obce Újezdec. Vedení tratě vůči zástavbě této obce považujeme za podstatně příznivější, než v případě varianty HB1, která je vedena po opačném okraji v blízkosti obce Chvalov. Trasa varianty HB2a je vedena v hlubokém zářezu, což vytvoří vyhovující ochranu obce.

V km 81,0 – 87,0 se trasy obou variant přibližují do prakticky shodného koridoru. Ovlivnění obcí Senetín, Damírov, Petrovice I, Čejkovice a Chlum je prakticky pro obě varianty trasy VRT srovnatelné. V každém případě bude nutno počítat s realizací protihlukových opatření. Trasa kříží silnici II/338.

Km 87,0 – km 91,5 Dobrnice

V km 87,0 – 91,0 dochází oproti variantě HB1 k mírnému odsunu trasy dále od obce Dobrnice a zároveň dochází ke snížení nivelety tratě. To umožňuje v nejbližším místě k obci realizovat hloubený tunel. Ten zároveň podporuje tradiční integritu obce k Leštině nad Sázavou. Trasa kříží silnici II/130

Km 91,5 – km 101,0 Sázavka, Kunemil, Josefodol, Služátky, Příseka

V km 91,0 vstupuje trať do úzkého, klikatého a hlubokého údolí řeky Sázavky. Trasa je výškově vedena ve spodní čtvrtině přilehlého svahu, po levém břehu řeky jako stávající trať Havlíčkův Brod – Kolín. Niveleta je přibližně 10 – 20 m nad niveletou stávající tratě. To umožňuje vyloučit šikmá křížení se stávající tratí a řekou. Údolí řeky pak trasa opouští v km 97. Řešení variant HB1 a HB2a se v této části prakticky neliší.

V km 93,0 prochází trať v blízkosti obce Sázavka. Trať je vedena částečně v tunelech a v zářezích. To spolu s dostatečnou vzdáleností 650 m a výškovým rozdílem zajišťuje přirozené odclonění tratě od zástavby. Problematický je pouze průchod chatkovou oblastí u zast. Sázavka. Ta bude tratí ovlivněna a nelze vyloučit ani demolice některých chat.

V km 96,0 prochází trať v blízkosti obce Kunemil. V blízkosti obce je kromě krátkého násypového úseku trať vedena v hlubokém zářezu. To spolu se vzdáleností 350 m a výškovým rozdílem zajišťuje přirozené odclonění tratě od zástavby. Trasa kříží silnici II/347.

V km 97,7 prochází trať v blízkosti obce Josefodol. V této oblasti se uvažuje s poměrně rozsáhlým rozvojem ploch pro bydlení. Z toho důvodu je trasa varianty HB2a odsunuta do větší vzdálenosti od obce. Vzdálenost není příliš výrazná, ale výše položený terén v ose tratě způsobí její výrazné zahlobnutí a tím i vyšší míru odclonění tratě od těchto rozvojových ploch.

Uvedený posun trasy umožní rovněž vhodnější průchod tratě okrajem obce Služátky. Varianta HB1 předpokládala průchod prakticky středem obce. Pravděpodobně by to vyvolalo postupem času její zánik. Trasa ve variantě HB2a se posunuje do okrajové partie obce do míst s vyšší nadmořskou výškou povrchu. To umožňuje realizaci mělkého hloubeného tunelu (ekotunel). Strop tunelu se ve 2 případech dostane i nad úroveň stávajícího terénu. Z toho důvodu bude nutno zrušit bezejmenný rybník vlevo tratě a povrch terénu plynule přespádovat přes strop tunelu.

V km 100,0 prochází trať v blízkosti obce Příseka. Vzdálenost (450 m) i výškový rozdíl (30 m) prakticky vylučují negativní dopad provozu tratě na stávající zástavbu.

V km 101,0 přechází trať přes řeku Sázavu. I když jsou trasy obou variant vzdáleny 70 m, jedná se prakticky o shodné řešení. Křížení bude největším mostem na celém úseku Praha – Havlíčkův Brod. Půjde o výraznou dominantu viditelnou v širokém okolí. Konstrukci mostu musí být věnována relevantní pozornost i z hlediska architektury a vlivu na krajinu.

Km 101,0 – km 107,5 Nová Ves u Světlé nad Sázavou, odb. Babice

Prvním kolizním místem na levém břehu Sázavy je střet tratě s rozvojovou plochou pro bydlení obce Nová Ves u Světlé nad Sázavou. Varianta HB1 prochází touto plochou v otevřeném zářezu. Trasa varianty HB2a je navržena ve 100 m odsunu a ve snížené niveletě. V nejbližším místě kontaktu s rozvojovou plochou je navržen mělký hloubený tunel (ekotunel). Trasa kříží silnici II/150.

V km 105,729 se nachází výh. odb. Babice. Trasa se přibližuje oproti variantě HB1 výrazně směrem k zástavbě obce. Obec se nachází na svahu údolí řeky Sázavy a trasa VRT je vedena zcela v horních partiích svahu. Kromě přechodu úzkého údolí Křivoláčského potoka (okraj obytné zástavby 450m od osy tratě) je celá trasa vedena v zářezu. Předpokládáme, že tyto prostorové poměry budou dostatečné pro vytvoření adekvátní ochrany obytné zástavby obce. V opačném případě budou hrany zářezů doplněny protihlukovou stěnou. Užitečná délka předjízdových kolejí výhybny je 550m, rychlost do předjízdových kolejí je 80 km/h. Na obou zhlavích je úplné kolejové propojení, jedno na rychlost 160 km/h, druhé na 80 km/h.

Km 107,5 – km 114,2 Vadín, Klanečná, Poděbaby, Občiny, Šmolovy, Havlíčkův Brod

V km 107,5 prochází trasa varianty HB2a ve vzdálenosti 200 m od okraje nejbližší zástavby obce Vadín. Trať je vedena po horních partiích okolních kopců s výškovým rozdílem 20 m od Perlového potoka a to ještě v hlubokých zářezích. Výše uvedená nejbližší zástavba se leží na dně údolí a je dostatečně chráněna nejenom hloubkou zářezů, ale i výškovým rozdílem. Zástavba, která vystoupá z údolí Perlového potoka téměř až do úrovně nivelety tratě je stále chráněna hlubokým zářezem a zvětšením vzdálenosti (450 m) od tratě.

V km 109,5 prochází trasa varianty HB2a ve vzdálenosti 520 m od okraje nejbližší zástavby obce Klanečná. Trasy obou variant jsou téměř shodné, niveleta varianty HB2a je ale snížena a hlubší zářez zajišťuje dokonalejší ochranu zástavby obce před hlukem. Případná dodatečná ochrana je realizovatelná i prostřednictvím účinných zemních valů. V souběhu s kolejemi VRT je vedena i kol. č. 1 traťové spojky do Havlíčkova Brodu.

Průchod v okolo obce Poděbaby bude se pravděpodobně neobejde bez negativních vlivů do okrajové hospodářské (nebytové) zástavby. Trasa varianty HB2a je oproti variantě HB1

zapuštěna do tunelu, tedy prakticky bez vlivu na zástavbu. O ten se ale postarají odbočovací koleje z/do Havlíčkova Brodu, vedené výškově nad tímto tunelem. I tak ale jsou negativní vlivy minimalizovány, viz. kapitola „Napojení Havlíčkova Brodu“.

2.6 Napojení varianty HB2a na 1. TŽK

Km 0,0 – km 4,2 Bříství, Kounice

Tato část je vzhledem k odlišné trase VRT řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1.

Odbočovací výhybky napojení na 1. TŽK leží v km 30,268 trasy varianty HB2a. Obě koleje odbočují vně tratě VRT a do km 2,0 jsou vedeny prakticky v souběhu s trasou VRT v osové vzdálenosti 10 m od kolejí VRT. Odbočující výhybky i trasovací parametry traťové spojky jsou na rychlost 200 km/h.

V km 1,0 vlevo od kol.č.1 se nachází obec Bříství. Okraj bytové zástavby obce je ve vzdálenosti 450 m od osy koleje. Prostorové poměry dovolují realizovat zemní val jako účinnou ochranu obce od negativních vlivů provozu na VRT.

Kol. č 2 v km 1,0 – 4,2 se v horní úrovni křížuje s kolejemi VRT. Vlastní křížení v km 3,2 je realizováno prostřednictvím estakády. V rámci tohoto mostního objektu budou realizována i další křížení (silnice, migrační koridor, vodoteč). Vpravo od kol. č. 2 se ve vzdálenosti 750 m nachází okraj obytné zástavby obce Kounice. Železnice je vedena po násypu a estakádě. Ochranná opatření této zástavby budou muset být realizována protihlukovými stěnami na násypu a estakádě.

Kol. č. 1 v km 1,0 – 4,2 postupně stoupá po přilehlých svazích až do km 4,2, kde se opět s kol. č. 2 traťové spojky spojují do standardního dvoukolejného uspořádání.

Km 4,2 – km 7,2 Chrást, Poříčany

Tato část je řešena prakticky shodně pro obě varianty HB2a i HB1.

V tomto úseku je traťová spojka v standardním uspořádání dvoukolejné tratě. Prakticky v celé délce je vedena pod úrovní terénu, z čeho 1800 m je vedeno v tunelech. Část délky tunelů má čistě ochranný charakter pro obytnou zástavbu obcí Chrást a Poříčany (ekotunel). Strop tunelů se tak v některých místech dostává až nad úroveň stávajícího terénu. Dojde tak k lokální úpravě výšky i okolního terénu a jeho vhodnému sespádování pro odtok povrchových vod. Trasa kříží silnici II/330.

Km 7,2 – km 14,0 1. TŽK

Tato část je vzhledem k odlišnému napojení do tratě 1. TŽK řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1. Ve variantě HB2a se navrhuje zachování standardního dvoukolejného uspořádání. Koleje traťové spojky v horní úrovni kříží kol. č. 1 tratě 1. TŽK a po sestupné rampě sklesají do shodné výšky mezi hlavní traťové koleje 1.TŽK. Až do ŽST Pečky se předpokládá zčtyřkolejnění. Koleje traťové spojky budou uvnitř, na rychlost 200 km/h a bez zast. Tatce. Koleje 1. TŽK budou vně, na rychlost 160 km/h s nástupišti zast. Tatce. Úrovňové přejezdy silničních komunikací budou odstraněny a nahrazeny silničními nadjezdy. Součástí napojení traťové spojky je tedy i přestavba ŽST Pečky + mezistaničního úseku Pečky – Poříčany + kolínského zhlaví ŽST Poříčany na 1. TŽK.

2.7 Napojení varianty HB2a do Havlíčkova Brodu

Km 0,0 – km 5,0 Poděbaby, Horní Papšíkov

Tato část je vzhledem k odlišné trase VRT řešena odlišně ve variantách HB2a a HB1. Část km 0,0 – 1,5. Odbočovací výhybky napojení do Havlíčkova Brodu leží v km 107,365 trasy varianty HB2a. Obě koleje odbočují vně tratě VRT a do km 1,5 jsou vedeny prakticky v souběhu s trasou VRT v osové vzdálenosti 10 m od kolejí VRT. Odbočující výhybky i trasovací parametry traťové spojky jsou na rychlost 200 km/h.

V části km 1,5 – 5,0 je řešeno mimoúrovňové křížení kol. č. 2 traťové spojky do Havlíčkova Brodu s hlavními traťovými koleji VRT. Obě koleje traťové spojky jsou vedeny samostatně. V km 3,5 vlevo od kol.č.1 se nachází obec Poděbaby. Průchod okolo obce se neobejde bez zásahu do okrajové části činné hospodářské (nebytové) zástavby s nutností demolice některých objektů. V blízkosti této hospodářské zástavby se nachází i obytná zástavba obce. Ta je před negativními vlivy z provozu na kol.č.1 účinně chráněna železničním tunelem. V km 3,5 dochází rovněž ke křížení kol. č. 2 traťové spojky v horní úrovni s koleji VRT. Kolej traťové spojky je navržena v otevřeném zářezu, který bude schopen zajistit ochranu obytné zástavby obce Poděbaby před hlukem. Pokud by se ukázala tato ochrana jako nedostatečná, je možno zde navrhnout ekotunel. Strop tunelu se dostane až nad úroveň stávajícího terénu. Bude muset být provedena lokální úprava výšky i okolního terénu a jeho vhodné sespádování pro odtok povrchových vod. Od místa vykřížování kol. č. 2 traťové spojky s koleji VRT se obě koleje traťové spojky k sobě postupně přibližují. V km 4,5 se vlevo traťové spojky nachází v těsné blízkosti obytná zástavba obce Horní Papšíkov. Obě koleje jsou již prakticky v jednom společném koridoru a kolem zástavby jsou vedeny v hlubokém zářezu. Vzhledem k tomu, že je zde traťová rychlost již pouze 100 km/h zajistí tento zářez dostatečnou ochranu obytné zástavby před hlukem. Pokud by se ukázala tato ochrana jako nedostatečná, je možno zde navrhnout ekotunel (resp. dva jednokolejné)

Km 5,0 – km 6,1 napojení do stávající tratě

Obě koleje traťové spojky jsou vedeny ve standardním dvoukolejném uspořádání a v horní úrovni kříží kol. č. 1 stávající trať. Po vykřížování se pak po sestupné rampě dostanou na shodnou výškovou úroveň se stávající tratí. Zde se nachází odbočné výhybky na rychlost 80km/h. Rozšíření na čtyřkolejný koridor (stávající trať + traťová spojka) bude provedeno směrem k řece Sázavě. Koleje stávající tratě budou vedeny po krajích tohoto koridoru. Koleje spojovací tratě budou vedeny po sestupné dvoukolejné rampě středem tohoto koridoru. Vzdálenost koleje stávající tratě přilehlé k ul. Lipnická se nezmění (bude zachována). Rozšíření si vyžádá zásah do mimodrážních pozemků a bude vyžadovat demolice několika domů. V těsné blízkosti kolejí se bude z obou stran koridoru nacházet obytná zástavba. Rychlost 80 km/h bude pravděpodobně i hygienickým limitem. Každopádně se tato část neobejde bez výstavby protihlukových stěn.

Související objekty drážního investora

V souvislosti se zvýšením provozu na stávajících kolejích do ŽST Havlíčkův Brod, bude nutno v této části do stavby zahrnout i protihluková opatření podél stávající tratě.

2.8 Popis varianty HB2b

Po odpojení tratě VRT z kolejiště konvenční sítě prochází lokalitou Klánovického lesa. Ve variantě HB2b je zahrnuto řešení směrově shodné s trasou HB2a, ale výškově rozdílné právě v této oblasti (km 12,0 až km 17,0). Ve variantě HB2b je zahrnuto řešení V5b RS ŽUP. Dále trasa odpovídá variantě HB2a.

2.9 Popis varianty HB2c

Po odpojení tratě VRT z kolejiště konvenční sítě prochází lokalitou Klánovického lesa. Ve variantě HB2c je zahrnuto řešení směrově shodné s trasou HB1, ale výškově rozdílné právě v této oblasti (km 12,0 až km 18,0). Ve variantě HB2c je zahrnuto řešení V3b RS ŽUP (zhloubení pod úroveň kořenového systému). Dále trasa odpovídá variantě HB2a.

2.10 Popis varianty trasy HB2d

Trasa HB2d je dokládána pouze okrajově, není vyhodnocována v kompletním rozsahu. Důvodem je jednak odmítnutí trasy již v minulosti – z důvodu průchodu obydlenou částí m.č. Praha Běchovice, a jednak její vedení zcela mimo koridor ZÚR hl.m. Prahy i Středočeského kraje. Tato varianta odpovídá trase V6 RS ŽUP.

Samostatná trasa VRT vychází ze středního zhlaví žst. Praha-Běchovice. Vzhledem k tomu, že trasa prochází oblastí s plánovanou zástavbou mezi městskými částmi Běchovice a Újezd nad Lesy, je trasa v tomto místě zhloubena do tunelu. Vzhledem k charakteru terénu je ale i při užití vyšších sklonů tento tunel nutno vést až na hranice hl.m. Prahy (mezi m.č. Újezd nad Lesy a obcí Květnice). Poté trasa vede do těsného souběhu s přeložkou I/12 a společně překračují údolí na soutoku Výmoly se Sibřinským a Dobročovickým potokem. Trasa se velmi přibližuje stávající zástavbě. Od Úval je trasa vedena kolem Limuz a Tismic k Českému Brodu. U obce Tucharaz je navržena výhybna.

Za obcí Tismice přichází trasa do kritického úseku. Nejprve trasa překonává údolí Šembery u rybníka Podsviňák – rekreační oblast Českého Brodu. Poté v souběhu s I/12 prochází obytnou zástavbou obce Přistoupim v údolí Jalového potoka (demolice stávajících rodinných domků). Od Č. Brodu vede trasa bez problémů ke styčnému bodu propojení variant u Klášterní Skalice, kde překonává údolí Výrovky mostním objektem a pokračuje jihovýchodním směrem na Vysočinu.

2.11 Popis varianty trasy HB2e

Varianta trasy HB2a je navržena v souladu se směrovými i sklonovými parametry jako varianty tras jižního koridoru přes Benešov, tj. varianty N13 – N17 (nejmenší poloměr směrového oblouku $R = 6100$ m a nejvyšší podélný sklon 20 ‰). Cílem tohoto návrhu je odstranit složité průplety sjezdů a nájezdů na VRT východně od Stříteže a přiblížit trasu VRT k dálnici D1. Vlastní napojení Jihlavy pak má být uspořádáno obdobně, jako varianty **N14**, **N15** a **N17** tras VRT, tedy v koridoru s dálnicí D1.

Havlíčkův Brod

Trasa varianty varianty HB2e navazuje na na variantu HB2a cca 1,5km za odbočnými výhybkami z/do Havlíčkova Brodu. Hned v počátku se stáčí severním směrem. Obec Občiny kontaktuje na rozdíl od trasy varianty HB2a již na jejím severním okraji. V tomto místě je terén s vyšší nadmořskou výškou než na jižní straně, proto obytná zástavba obce bude před negativními dopady z železniční dopravy účinně chráněna tunelem. Tentýž tunel zajišťuje i během stavby nepřerušené křížení se silnicí I/34 a účinnou ochranu obce Šmolovy.

Km 115,0 – 117,0

Na těchto 2km je trasa v kontaktu s obcemi:

- Petrkov – okraj obytné zástavby obce leží cca 200 m od tratě, která prochází podél Petrkovského rybníka na opačné straně, než je tato zástavba. Spolehlivá ochrana obytné zástavby před hlukem bude zajištěna protihlukovými stěnami. Existencí tratě však bude přímo ovlivněna roztroušená obytná zástavba (Petrkov Lázně) na východní straně od Petrkovského rybníka.

- Svatý Kříž - okraj obytné zástavby obce leží ve vzdálenosti cca 60 0m od tratě. Spolehlivou ochranu obytné zástavby před hlukem lze zajistit protihlukovými stěnami. Vizualní odclonění zajišťuje jiným směrem orientovaný sklon terénu se zástavbou.

- Suchá - okraj obytné zástavby obce leží ve vzdálenosti cca 400 m od tratě. V menší vzdálenosti se nachází zástavba hospodářského charakteru, která bude napomáhat k eliminaci negativních vlivů VRT na obytnou zástavbu. Pro spolehlivou ochranu obytné zástavby před hlukem se předpokládá realizace protihlukových stěn.

- Lípa - okraj obytné zástavby obce leží ve vzdálenosti cca 1300m od tratě. Nepředpokládáme, že zástavba obce bude negativně ovlivněna.

- samoty Hlavový Mlýn a U Kostelíka – jsou účinně ochráněny vedením tratě v zážezech.

Okrouhlička

V km 119,0 se ve vzdálenosti cca 600 m od tratě nachází okraj obytné zástavby obce Okrouhlička. Spolehlivou ochranu obytné zástavby před hlukem lze zajistit protihlukovými stěnami.

Studénka

K trati přilehlý okraj zástavby obce tvoří především chaty a hospodářská stavení je ve vzdálenosti 200 m od tratě. Vlastní obytná zástavba je pak ve vzdálenosti 400 m od tratě. Spolehlivou ochranu obce před negativními vlivy z provozu na VRT zajišťuje kombinace protihlukových stěn a tunel Vápenný Kopec.

Štoky

Okraj obytné zástavby obce leží cca 350 m od tratě. Účinnou ochranu této nejbližší zástavby bude zajišťovat vedení tratě v hlubokém zářezu. Realizaci tunelu ale znemožňuje v tomto místě lokalizace výhybny s kolejovým rouzvětvením. V km123 je trať vedena po násypu napříč údolím Mlýnského potoka. Z tohoto násypu ovlivněná obytná zástavba se nachází až ve vzdálenosti

500 m a ve výškové úrovni 30m pod niveletou tratě. Po opuštění násypu trať vstupuje do dunelu Letná. Spolehlivou ochranu obytné zástavby před hlukem lze zajistit protihlukovými stěnami. Okrajově k tomu přispěje i tunel Letná.

Km 124,0 – 128,0

V délce 4 km prochází trať okrajovou částí rozsáhlého lesního komplexu. V koridoru VRT jsou v tomto úseku vedeny 2 jednokolejky traťových spojek z/do Jihlavy a dvoukolejná VRT. V tomto úseku je navrženo jejich vzájemné mimoúrovňové vykřižování. Směrově je navrženo tak, aby potřebný koridor byl pokud možno co nejštíhlejší a minimalizoval vliv na lesní porost.

Červený Kříž

Ve vzdálenosti 200 m od tratě se nachází okraj obytné zástavby obce Červený Kříž. Koleje traťových spojek i VRT jsou vedeny částečně po násypu a částečně po mostech. Vizualní odclonění železnice od obytné zástavby bude realizovatelné nejlépe pásem ochranné zeleně, která přispěje i k ochraně před hlukem. Hlavním prvkem ochrany před hlukem budou protihlukové stěny.

Křížení s dálnicí D1

Prostorové poměry umožňují vykřižování VRT s D1 v horní úrovni. Pro železnici musí křížení zajistit objekt pro 4 koleje (2 koleje traťových spojek z/do Jihlavy a vlastní VRT). Všechna koleje již budou ve shodné niveletě. Na D1 se v místě křížení již oddělují pruhy pro napojovací větve MÚK D1/38 (exit 112). Úhel křížení železnice a pozemní komunikace je cca 30°. Dálnice je již dnes prakticky po rekonstrukci a její objekty by měly vydržet alespoň 50 let. Objekt křížení by tedy neměl do stávajících objektů D1 zasahovat tak, že by vyžadoval jejich demolici. Se zmenšováním rozsahu automobilové dopravy nelze počítat, i když ve vzdálenějším časovém horizontu lze spoléhat na modernizaci (přestavbu) I/43 a I/35 s vazbou na stávající D11. Každopádně během realizace křížení lze počítat pouze s pár hodinovým uzavřením D1 v nočních hodinách. Omezení provozu na D1 (snížení rychlosti, zúžení do 1 pruhu) během realizace křížení bude ale nevyhnutelné. Předběžně se uvažuje s realizací mostotunelu tvořeného řadou železobetonových rámců přes D1.

Pokračování VRT směr Brno

Po překřížení dálnice D1 trať mine vratné větve MÚK a v horní úrovni překříží přímé větve MÚK spolu se silnicí I/38. Z ovlivnitelné zástavby se zde nachází obytná zástavba obce Nový Pávov. Okraj zástavby bude ve vzdálenosti 380 m od tratě a spolehlivou ochranu před hlukem zajistí protihlukové stěny. Zemní těleso tratě zacloní i dálnici, což pravděpodobně přispěje ke snížení této zástavby hlukem.

V dalším vedení VRT prochází úzkým koridorem mezi D1 a halami f. BOSCH - DIESEL. Koleje VRT zde v horní úrovni kříží koleje traťových spojek z/do Jihlavy ve směru na Brno. Pak se koleje VRT rozestoupí do zvětšené osovvé vzdálenosti tak, aby se do nich mohly z vnitřních stran napojit traťové spojky z/do Jihlavy ve směru na Brno (odb. Měšín). V km 134,0 se pak koleje VRT vracejí do normální osové vzdálenosti.

Km 134,0 – 140,0

Cca v km 140,0 navazuje varianta trasy **HB2e** na trasu **N13** (VRT Benešov – Brno). Trať je vedena pokud možno ve společném územním koridoru s dálnicí D1. Míjí ramena MÚK D1/353

(exit 119). V km 136,5 kříží mělké a ploché údolí Kozlovského potoka spolu s dálnicí D1. Křížení v horní úrovni nad D1 se předběžně uvažuje dlouhým dvoukolejným železničním mostem o jednom poli s dolní mostovkou a příhradovými hlavními nosníky. Křížení zajistí oddálení trasy VRT od okraje obytné zástavby obce Kozlov na 700 m. VRT bude ležet vzhledem k obci Kozlov až trasou dálnice D1. Po realizaci protihlukových stěn se předpokládá zajištění účinné ochrany před hlukem i od sdruženého zatížení VRT a D1.

2.12 Napojení varianty HB2e do Jihlavy

Odb. Zvonějov – D1

V km 124,5 VRT se nachází odb. Zvonějov. Navrženy jsou výhybky s rychlostí 200 km/h v odbočném směru. Traťové spojky směřují vně obou kolejí VRT, která nemění osovou vzdálenost. V délce 4 km prochází traťové spojky spolu s VRT spokrajovou částí rozsáhlého lesního komplexu. V tomto úseku je navrženo mimoúrovňové vykřžkování kol. č. 1 traťové spojky s oběma kolejemi VRT. Tím se uspořádání všech 4 kolejí mění na traťové, Vlevo jsou dvě koleje VRT, vpravo dvě koleje traťových spojek. Dálnici D1 kříží traťové spojky po společném objektu s VRT.

D1 - Jihlava

Za křížením s D1 se dvoukolejka traťových spojek odklání od VRT jižním směrem do Jihlavy. V horní úrovni kříží po šikmém mostním objektu stávající silnici I/38 a hned po té stávající jednokolejnou trať Jihlava – Havlíčkův Brod, v jejímž souběhu je vedena dvoukolejka traťových spojek na VRT směr Brno. Za tímto překřížením začíná klesat a spojuje se do společného 4-kolejného koridoru spolu s dvoukolejkou traťových spojek na VRT směr Brno s napojenou stávající tratí Jihlava – Havlíčkův Brod. Toto uspořádání striktně vyžaduje využití stávajících, ale nepoužívaných drážních ploch (apel na jejich zachování v majetku SŽDC/ČD). Dále bude muset dojít ke změně silničního napojení (f. BOSCH - DIESEL, ul. Pávovská). Do areálu f. BOSCH - DIESEL se nezasahuje. 4-kolejný koridor traťových spojek se zapojenou stávající tratí Jihlava – Havlíčkův Brod umožňuje napojení jak do libovolné varianty polohy terminálu osobní dopravy (Jihlava město, Jihlava), tak i do stávajícího stavu (s vyřešením technologické práce koleště ŽST Jihlava).

2.13 Napojení Jihlavy ve směru na Brno na variantu HB2e

Km 0,0 – km 2,0

Dvoukolejka traťových spojek z Jihlavy na VRT směrem Brno začíná v 4-kolejném koridoru společně s dvoukolejkou traťových spojek ze směru od Prahy. Uspořádání obou dvoukolejek je traťové. Dvoukolejka traťových spojek směr Brno je vedena v souběhu se silnicí I/38 a v niveletě stávající tratě Jihlava – Havlíčkův Brod až do místa křížení (ve spodní úrovni) s kolejemi VRT. Před tímto křížením dochází k odbočení stávající tratě Jihlava – Havlíčkův Brod, za kterým je umístěna zast. BOSCH – DIESEL (nástupiště je pouze u koleje tratě Jihlava – Havlíčkův Brod). Odbočení i následná kolejová spojka jsou z výhybek na rychlost 100 km/h v odbočném směru. Tato rychlost spolehlivě překračuje převládající traťovou rychlost dosažitelnou na stávající trati Jihlava – Havlíčkův Brod.

Km 2,0 – odb. Měšín

Za křížením s dvoukolejkou traťových spojek ze směru od Praha (ve spodní úrovni) prochází dvoukolejka traťových spojek Jihlava – směr Brno ostrým obloukem na rychlost 120 – 160 km/h (podle nedostatku převýšení) tak, aby umožnila souběžné vedení VRT a respektovala dálnici D1. Že by mohlo dojít k zásahu do zemního tělesa D1 (např. zřízení zárubní zdi pro železnici) nelze vyloučit. Každopádně tato stavbení opatření by byla realizována bez vlivu na provoz po D1. V dalším vedení dvoukolejka traťových spojek ve spodní úrovni kříží kol. č. 1 VRT. Následně se pak v odb. Měšín z vnitřní strany napojí do kolejí VRT. Toto uspořádání je zvoleno z důvodu minimalizace možných kontaktů železnice s dálnicí D1.

2.14 Popis varianty HB2f

Varianta **HB2f** je navržena s cílem prokázat možnost napojení VRT Praha – Brno do železničního uzlu Praha, aniž by bylo možné zatěžovat úsek Praha hl.n. – Praha-Libeň – Praha-Běchovice, respektive zda je možné tuto relaci zaústit do ŽUP od jihu a zároveň se vyhnout náročnému trasování přes oblast Benešovska a západní Vysočiny.

Trasa **HB2f** je od Prahy hlavního nádraží do žst. Praha-Zahradní Město shodná s návrhem **N1** VRT Praha – Benešov, využívá dnešní koridor tratě 221. Ze žst. Praha-Zahradní Město trať vychází přímo jako trasa **N1**, změna směrových a výškových parametrů je až od západního portálu Hostivařského tunelu délky 4932 m.

Východní portál Hostivařského tunelu je situován až za Silničním okruhem. Dále je trasa vedena v těsném souběhu s navrhovanou přeložkou silnice I/12 až na hranice hl.m. Prahy (km 19,0). Dále je trasa shodná s variantou **HB2d**. Do varianty HB2a se tato trasa napojuje v odb. Zárybník (km 49,532).

Kromě základního vedení je navržen i sjezd do tratě 011 Praha – Kolín. Spojka odbočuje ve výh. Tuchoraz a do tratě 011 je napojena v oblasti poříčanského zhlaví žst. Pečky.

2.15 Popis varianty HB2g (propojení HB2f a HB2a)

Varianta **HB2g** je uvedena s cílem prokázat možnost napojení VRT Praha – Brno do železničního uzlu Praha, aniž by bylo možné zatěžovat úsek Praha hl.n. – Praha-Libeň – Praha-Běchovice, respektive zda je možné tuto relaci zaústit do ŽUP od jihu a zároveň se vyhnout náročnému trasování přes oblast Benešovska a západní Vysočiny.

Trasa **HB2g** je od Prahy hlavního nádraží do žst. Praha-Zahradní Město shodná s návrhem **N1** VRT Praha – Benešov, využívá dnešní koridor tratě 221. Ze žst. Praha-Zahradní Město trať vychází přímo jako trasa **N1**, změna směrových a výškových parametrů je až od západního portálu Hostivařsko-běchovického tunelu délky 8 895 m.

Východní portál Hostivařsko-běchovického tunelu je situován do shodného místa jako ve variantě **HB2b**, dále je trasa s touto variantou (resp. s variantou HB2a) shodná.

Vzhledem k doplnění této možnosti v samém závěru prací je výkresová část této varianty uvedena v přílohové části na konci této zprávy.

3 ŘEŠENÍ DÍLČÍCH PROFESÍ

Jednotlivé technické profese jsou zpracovány rámcově pro potřeby popisu a stanovení základního rozsahu navrhovaného řešení a orientační investiční náročnosti. Konkrétní způsob řešení technických detailů je předmětem samostatné Technicko provozní studie Technická řešení VRT.

3.1 Specifika návrhu mostů pro VRT

Návrh mostů pro vysokorychlostní tratě se o konvenčních železnic liší v několika klíčových vstupních parametrech.

V první řadě jde o návrhovou rychlost, která je pro řešený úsek uvažována až 350 km/h. Vysoká návrhová rychlost s sebou nese z hlediska návrhu mostní konstrukce dvě specifika - nutnost podrobně se zabývat odezvou konstrukce na dynamické zatížení dopravou a zpřísněné požadavky na tuhost konstrukce pro zajištění geometrické stability koleje a tím bezpečnosti a jízdního komfortu. VRT se od konvenční dráhy neliší přístupem k použití kolejnicového dilatačního zařízení KDZ - v obou případech existuje jednoznačná preference nenavrhovat KDZ, kdykoliv je to technicky možné.

3.1.1 Dynamická odezva konstrukce

Dynamickou odezvu konstrukce nejvýznamněji ovlivňují volba statického systému, tuhostní poměry konstrukce, velikost a rozložení hmot a volba materiálu.

Z hlediska statického systému na realizovaných projektech VRT dominovalo použití sérií prostých polí, které byly nejjednodušnější svým statickým působením a dynamickými charakteristikami. Příklady této koncepce jsou mostní konstrukce na obr. Obrázek 3.1 a obr. Obrázek 3.2.



Obrázek 3.1 – Wohlrosetalbrücke, Německo



Obrázek 3.2 – Most přes řeku Dajia, Taiwan

Statically účinnější, avšak z hlediska analýzy dynamického chování výrazně náročnější systémy, typicky spojitě nosníky příp. spojitě nosníky s vloženými oblouky, se staly preferovanou volbou pro nově navrhované konstrukce mostů na VRT. Délka spojitých nosníků je obvykle determinována snahou vyhnout se použití KDZ a používat jednoduché, na údržbu nenáročné mostní dilatační závěry (MDZ), pokud není možné MDZ zcela vypustit. Stejně tak je vhodné navrhovat mostní konstrukce bezložiskové, neboť životnost ložisek je vždy násobně kratší nežli životnost nosných částí mostu a stávají se tak problematickými prvky z hlediska údržby a tím i nákladů v rámci celoživotního cyklu mostu na VRT. Proto jsou semi-integrální (příklad na obr. Obrázek 3.3) či integrální mosty (příklad na obr. Obrázek 3.4) současným trendem v navrhování mostů pro VRT, což lze pozorovat zejm. v Německu, ale i ostatních evropských zemích.



Obrázek 3.3 – Grubentalbrücke, Německo



Obrázek 3.4 – Stöbnitztalbrücke, Německo

Tuhostní poměry jednotlivých částí konstrukce hrají významnou roli při dimenzování prvků staticky neurčitých soustav. Pro VRT jsou typické velmi vysoké účinky v podélném směru, kdy účinky brzdných sil, teplotních změn a interakce kolej-konstrukce jsou určující pro dimenzování spodní stavby a založení. V případě klasických soustav staticky určitých vedou tyto účinky na masivní průřezy prvků spodní stavby a ložiska pro přenos velkých vodorovných sil. Naproti tomu vhodně zvolené staticky neurčitá soustava integrálního nebo semi-integrálního uspořádání přenáší tyto vodorovné účinky pro tento účel navrženými brzdnými pilíři či oblouky, přičemž ostatní prvky spodní stavby jsou navrhovány dostatečně štíhlé a měkké, aby umožnili podélnou deformaci nosné konstrukce.

Zatímco pro spodní stavbu a založení jednoznačně převládá železobeton jako nejobvyklejší používaný materiál, volba konstrukčního systému spolu s volbou materiálu vrchní stavby implikuje velikost a rozložení hmot významně ovlivňujících dynamickou odezvu celé konstrukce. Obecně lze konstatovat, že nosné konstrukce ze železobetonu, předpjatého betonu a konstrukce spřažené ocelobetonové svojí vyšší hmotností a vyššími hodnotami tlumení přispívají ke snížení vlastních frekvencí a nižšímu riziku rezonance. To je jeden z důvodů, proč tyto typy konstrukcí v návrzích mostů pro VRT převládají. Jednou z výhod plně integrálních mostů je právě interakce se zásypem opěr, kde část hmot zásypu a jeho tlumící účinek příznivě ovlivňují výslednou dynamickou odezvu konstrukce. Je však vždy třeba pro každou konkrétní konfiguraci provádět příslušnou analýzu dynamického chování.

3.1.2 Geometrická stabilita koleje

Požadavky na zajištění geometrické stability koleje implikují, kromě zvýšené potřeby tuhosti konstrukce, také volbu typu kolejového svršku.

Pro kolejové lože hovoří jednoznačně nižší stavební náklady a volnost trasování, kdy není problém s přechodovými oblastmi v místech složité geometrie trati půdorysně i výškově, zatímco stávající systémy pevné jízdní dráhy jsou stavebně nákladnější a přinášejí komplikace pro trasování v přechodových oblastech.

Pro kolejové lože však není snadné udržet geometrické parametry koleje a lze předpokládat zvýšené nároky na údržbu, přičemž podbíjení bude problematické jak z důvodu nemožnosti postupného zvyšování nivelety (z důvodu střídání úseků s pevnou jízdní drahou, např. v tunelech), tak z důvodu dopadů výluk na provoz VRT. Naproti tomu pevná jízdní dráha při správném provedení zajišťuje dlouhodobou geometrickou stabilitu koleje a minimalizuje potřebu výluk pro údržbu, i když daní za to je velmi omezená možnost budoucí úpravy geometrických charakteristik trati.

Z hlediska nutnosti použití KDZ je kolejové lože opět ve výhodě, neboť umožňuje spojitější a plynulejší interakci mezi kolejí a konstrukcí, z čehož plyne jednodušší řešení KDZ a jednodušší provádění plně integrovaných konstrukcí. Na druhou stranu systémy pevné jízdní dráhy se neustále vyvíjejí a lze pozorovat pokrok v systému uložení, kdy je možné selektivně navrhovat tuhosti uložení panelů PDJ pro podélný a příčný směr. Měkčí uložení v podélném směru umožní pak chování podobné kolejovému loži, zatímco tužší uložení v příčném směru zajišťuje stabilitu trati a přenos vodorovných účinků z koleje do konstrukce.

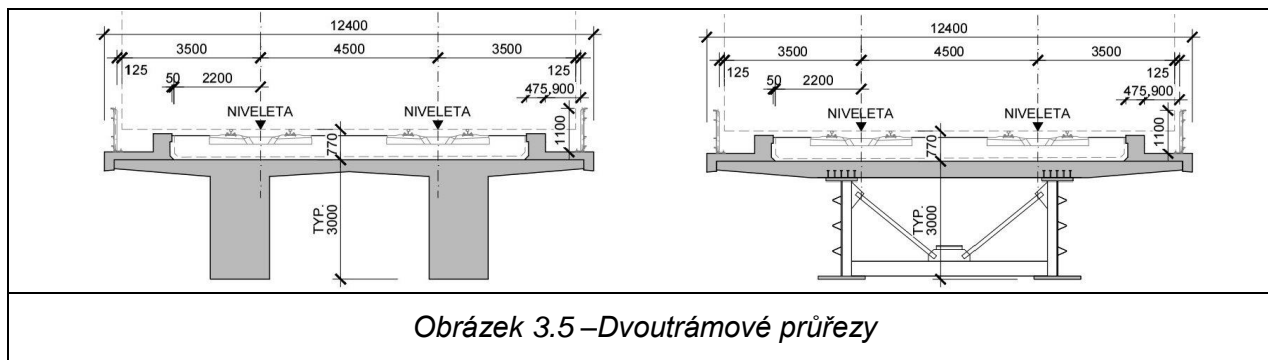
3.1.3 Délky dilatačních úseků

Požadavky na optimalizaci nákladů údržby přinášejí potřebu návrhu mostních konstrukcí s ohledem na vhodnou délku dilatačních úseků. Cílem je návrh bez použití KDZ a MDZ nebo alespoň minimalizace jejich počtu optimalizací délek nosných konstrukcí.

Obecně lze za vhodné považovat dva krajní přístupy. První z nich je členění dlouhých konstrukcí na dilatační úseky dostatečně krátké, aby nebylo nutné KDZ vůbec navrhovat, tj. typicky 90 m pro konstrukce betonové a spřažené. To je vhodné pro konstrukce relativně nízko nad terénem, cca do 30 až 35 m, kde lze navrhovat spojitě nosníky o dvou až čtyřech polích s jedním brzdovým pilířem přijatelných dimenzí v každém úseku. Pro konstrukce výše nad terénem, pro které je ekonomické navrhovat větší délky polí než cca 45 až 50 m, stejně jako pro konstrukce překračující překážky dlouhými poli, bývá vhodnější členit nosnou konstrukci na co nejdelší možné dilatační úseky, pro něž jsou dostupné osvědčené typy KDZ. Tím lze minimalizovat počet použitých KDZ.

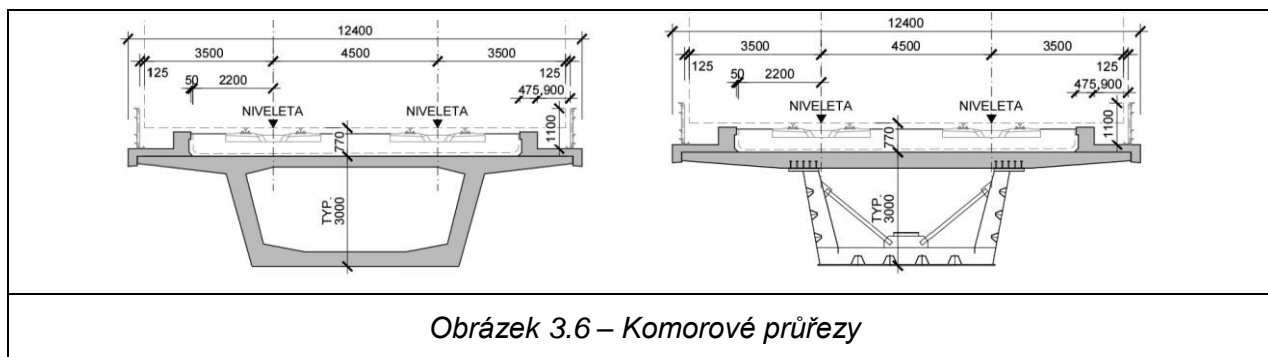
3.1.4 Příčný řez

Bez ohledu na volbu materiálu je pro nosné konstrukce v přímé či velkém půdorysném poloměru základním průřezem dvoutrám, který je ekonomickou variantou v případech, kdy není vyžadována velká tuhost v kroucení.



Pro rozpětí polí do 30 m je ke zvážení použití tyčových prefabrikátů, tj. spřažené konstrukce beton – beton, které mohou významně usnadnit výstavbu a jsou použitelné jako pro klasické tak pro integrální mosty.

Komorový průřez je pak většinou používán pro dlouhá pole vysoko nad terénem, nosné konstrukce ve směrových obloucích či nosné konstrukce z jiných důvodů namáhané kroucením, přičemž nejčastěji navrhovanými jsou dodatečně předpjaté betonové konstrukce a konstrukce spřažené ocelobetonové.



Pro speciální případy nosných konstrukcí se sníženou stavební výškou lze vkládat pole vyztužená obloukem (Langerův trám) či příhradové konstrukce s dolní mostovkou.

Pro překračování rozměrných překážek je nutno volit statický systém přiměřený místním podmínkám, např. pro hluboká údolí je typicky používán železobetonový oblouk s horní mostovkou s předpjatého betonu.

3.1.5 Doporučené konfigurace

Skladba mostních objektů VRT Praha – Havlíčkův Brod je díky průchodu poměrně členitým terénem pestrá, přesto lze definovat obecná doporučení pro volbu vhodné konfigurace, tj. statického systému a příčného řezu.

Z hlediska statického systému je vhodné navrhovat mostní konstrukce v místech, kde niveleta trati nevede výše než cca 35 m nad terénem, plně integrální bez použití ložisek a MDZ. Konstrukce delší než 90 m (v odůvodněných případech až 110 m) je pak vhodné členit na dilatační úseky dlouhé cca 90 m, přičemž pro konstrukce níže nad terénem lze ekonomicky navrhovat brzdné pilíře masivní náběhované, průřezu H nebo komorového průřezu, pro konstrukce výše nad terénem pak brzdné pilíře typu A, typu V, příp. brzdné oblouky. Nebrzdné pilíře je vhodné navrhovat v podélném směru dostatečně štíhlé a vetknuté do mostovky, v příčném směru však tuhé pro přenos příčných zatížení a kroucení. Přechodové pilíře

navazujících dilatačních úseků je vhodné navrhovat zdvojené stěnové, kdy každá ze dvou stěn je vetknuta do jedné z nosných konstrukcí. Tento postup umožňuje se ve většině případů vyhnout použití KDZ.

Pro konstrukce vysoko nad terénem lze doporučit návrh konstrukcí semi-integrálních, kdy ložiska je vhodné navrhovat jen na těch pilířích, které není možné navrhnout v podélném směru dostatečně měkké, aby deformační kapacita pokryla pohyby nosné konstrukce v místě vetknutí do pilíře. Členění mostních konstrukcí na dilatační úseky je vhodné volit podle nejkapacitnějšího osvědčeného dostupného typu KDZ, v dnešních podmínkách cca 450 m. MDZ se navrhuje poblíž polohy KDZ.

Vhodné délky polí vycházejí přirozeně z povahy překračované překážky. Jelikož v rámci této studie je koridor pro trasování stále velmi široký nato, aby bylo možné určit polohu překážek a nutné délky polí, je vhodné zohledňovat také vhodný poměr výšky nad terénem ku délce pole, který lze za optimální považovat v rozsahu 1:1,5 až 1:3. Poměr blízký 1:1 již vede k velmi husté řadě pilířů, poměr blízký 1:4 pak vede k větší konstrukční výšce a dojmu konstrukce plazící se po terénu. V obou případech pak návrh obvykle není ekonomický.

V případě, že se nevyskytne závažný důvod pro návrh dvou oddělených konstrukcí, je z hlediska statického i dynamického chování konstrukce a ekonomiky výstavby výhodnější použití jedné dvoukolejné konstrukce pro oba směry tratě. Situací, která si typicky žádá oddělení mostních konstrukcí, může být například relativně krátký úsek na mostě mezi dvěma úseky v tunelu nebo úsek v rozpletu.

Volba typu svršku je více závislá na jiných parametrech, než je optimalizace mostních konstrukcí. Obecně lze považovat štěrkové lože za primární volbu typu svršku, nicméně v odůvodněných případech, jako je např. most oboustranně navazující na tunelové úseky s navrženou pevnou jízdní drahou je, vhodné zvážit nevýhody dvojité změny typu svršku a benefity použití pevné jízdní dráhy i na mostě.

3.1.6 Přehled mostních objektů na VRT Praha – Havlíčkův Brod - Jihlava

Přehled mostních objektů na VRT Praha – Havlíčkův Brod - Jihlava ve variantách tras HB1, HB2a, HB2b, HB2d, HB2f, HB3a, HB3b a N18 je zachycen tabelárně v příloze č. P.1.1 této zprávy, doporučená technická řešení vybraných významných objektů variant HB1, HB2a, HB2b, HB2d a HB2f pak v příloze č. P.1.2 této zprávy.

Ve variantě HB1 přináší trasování nutnost opakovaného křížení náročných přírodních překážek, zejm. údolí řek Sázavy a Oslavy a Nového opatovického rybníka. Poměrně složitá řešení vyžadují také překročení žel. stanice Bošice. Dlouhé estakády s vloženými atypickými poli jsou nutné na nájezdech a sjezdech v oblastech Poříčan a Havlíčkova Brodu. Na mostech je vedeno cca 12% celkové délky trasy.

Na variantě HB2a, která pro optimalizaci směrového a výškového vedení vychází z varianty HB1, se v porovnání s HB1 výrazně projevuje důslednější sledování terénu. Náročných mostních objektů překračujících přírodní překážky je výrazně méně. Příznivěji je vyřešeno i překročení žel. Trati v oblasti žel. stanice Bošice, délky a náročnost řešení estakád na nájezdech a sjezdech je srovnatelné s variantou HB1. Na mostech je vedeno cca 8% celkové délky trasy HB2, v odpovídajícím úseku ji lze z hlediska mostních objektů považovat za citelně úspěšnější než variantu HB1.

Varianta HB2b je variantním řešením výškového vedení prvních cca 5 km trasy HB2a, z hlediska mostních objektů jsou obě varianty v daném úseku totožné.

Trasa HB2d je vedena jižně od HB1 a HB2a, na kterou se napojuje v km 48,500. Oproti HB2a je varianta HB2d o cca 10% kratší a délka vedení trasy na mostech je redukována o významných 1,35 km, což je dáno zejm. nevvrženou délkou estakád překračujících násobné překážky na HB2a. Na trase HB2d se také nenachází žádný atypický náročný mostní objekt. Ačkoliv délky mostů budou v dalších stupních PD optimalizovány a lze očekávat, že konečný rozdíl mezi variantami HB2a a HB2d nebude tak zásadní jako při současném předběžném návrhu, bude trasa HB2d z hlediska mostních objektů s vysokou pravděpodobností vždy úspornější.

Trasa HB2e se odpojuje od HB2a v km 109,372 a napojuje se na trasu N13 v km 163,020. Nejnáročnější stavbou je most přes údolí řeky oslavy a silnice II/360. Této překážce se však nevyhýbá žádná z dotčených tras napojovaných směrem na Brno na variantu N13.

Trasa HB2f vychází z varianty HB2d, na kterou se napojuje přibližně v km 19,000. V tomto rozdílném úseku se vyskytují delší estakády překračující násobné překážky, zejm. stávající žel. tratě a vodoteče, jde však o standardní konstrukce. V dominantní části délky je trasa HB2f shodná s HB2d, zahrnuje však nájezd a sjezd na Poříčany, které podcházejí trasu VRT. Na těchto větvích je navrženo několik standardních konstrukcí.

Trasa HB3a navazuje na variantu N13 v km 46,968 a zejm. v první části překračuje řadu relativně hlubokých údolí vodotečí. Tomu odpovídají předběžně navržené mostní konstrukce náročnějších soustav. Přestože průchod náročnějším terénem si nevyžádal nepřiměřeně vysoké procento vedení na mostech (cca 8%), jde často o mosty vysoké a konstrukčně náročné, navíc je zde velký podíl vedení trasy v tunelech. Trasu HB3a nelze hodnotit z hlediska mostních objektů ani obecně z hlediska umělých objektů jako úspornou.

Trasa HB3b se od HB3a odpojuje severně v km 62,077, cca od km 109 běží v podobné stopě jako HB3a a napojuje se do HB2e v km 111,400. V porovnání s HB3a je trasa HB3b vedena náročnějším terénem, což implikuje velkorysejší návrh mostních konstrukcí. Procento trasy na mostech je v odpovídajícím úseku o cca pětinu větší. Nelze očekávat úsporu na tunelech, proto z hlediska mostních objektů jde o trasu náročnější a pravděpodobně méně ekonomickou.

Trasa N18 se odpojuje od trasy N13 v km 74,500 a v km 132,488 se napojuje na variantu HB2e. Trasa překračuje řadu hlubších údolí vodních toků, které však většinou nevyžadují mosty dlouhého rozpětí nebo speciálních soustav, lze navrhovat standardní trámové konstrukce přiměřených délek polí. S ohledem na průměrnou výšku mostů přes 20 m, více než 11% vedení trasy na mostech a současně vysoké procento vedení trasy v tunelech však i variantu N18 je třeba považovat za z hlediska umělých objektů investičně náročnou.

3.2 Tunely

Tunely jsou společně s mosty nedílnou součástí vysokorychlostních tratí všude ve světě. Hlavním důvodem pro jejich návrh je náročné směrové a výškové vedení trasy terénem, který většinou není rovinný a na mnoha místech je zastavěný. Dalšími důvody mohou být neprůchodnost z hlediska územního plánování, ložisek nerostných surovin a také snaha o snížení vlivu na životní prostředí, zejména hluku.

3.2.1 Obecné principy návrhu

Návrh tunelů vysokorychlostních tratí má některé aspekty společné s návrhem tunelů pro nižší rychlosti. Je však třeba brát v úvahu i problémy, které při nižších rychlostech nenastanou, nejsou tak významné, nebo se řeší jiným způsobem.

Příčný řez tunelu

Základním vstupem pro návrh příčného řezu je rozhodnutí, zda bude tunel dvoukolejný nebo bude navržena dvojice jednokolejných tunelů. Výhody a nevýhody obou možností jsou shrnuty v následující tabulce a popsány dále v textu.

Kritérium	Dva jednokolejné tunely	Dvoukolejný tunel
Požární bezpečnost	+	-
Aerodynamika (tlakové vlny)	+	-
Bezpečnost provozu	+	-
Investiční náklady	-	+
Zábory pozemků	-	+
Most/hluboký zářez před portálem	-	+
Údržba tunelu	+	-
Viditelnost návěstidel	-	+

Tabulka 3.1 – Porovnání základního uspořádání tunelů

V současné době jsou pro vysokorychlostní tratě různých návrhových rychlostí v provozu nebo se připravují tunely jak jednokolejné, tak dvoukolejné.

Tunely v hlavní trase navržené v této studii jsou uvažovány jako dvoukolejné nebo jako dvojice jednokolejných. Existuje zde však reálná možnost, že v dalším průběhu projektování bude nutné i některé z dvoukolejných tunelů z důvodu požární bezpečnosti, případně aerodynamiky navrhnout jako dvojici jednokolejných. Tato pravděpodobnost je vyšší u dlouhých tunelů. Znamená to vyšší investiční náklady způsobené zvětšením obestavěného prostoru tunelu, zvýšením kubatur zemních prací v předportálových úsecích a pokud na tunel navazuje most, složitější konstrukcí mostu, kdy každá kolej vyžaduje samostatnou konstrukci. Také to znamená rozšíření záborů před tunelovými portály a změnu koncepce únikových cest – nahrazení únikových štol a šachet propojkami mezi tunelovými troubami.

Pro návrh příčných řezů tunelů se dají použít vzorové listy SŽDC pro návrhové rychlosti do 160 km/h, do 200 km/h, do 250 km/h a do 300 km/h, které vycházejí z německých předpisů. Návrh příčných řezů pro návrhovou rychlost 350 km/h je však problematické. Podle dostupných informací je v Evropě navrženo jen několik málo tratí s tunely na tuto návrhovou rychlost, a to

ve Španělsku (AVE) a ve Francii (TGV). Ve Velké Británii je v počáteční fázi projekt High Speed 2 s návrhovou rychlostí až 400 km/h.

Pro tuto studii jsou uvažovány stejné příčné profily jako pro územně technickou studii VRT Praha – Benešov, aby byly výsledky obou studií porovnatelné. Pro návrhovou rychlost do 300 km/h vycházejí ze vzorových listů SŽDC. Pro návrhovou rychlost 301 - 350 km/h je pro dvoukolejný tunel uvažována osová vzdálenost kolejí 5,0 m a vnitřní rozměry $\text{š} \times \text{v} = 14,2 \times 10,5$ m (pro jednokolejný tunel je uvažován kruhový profil s vnitřním průměrem 10,0 m).

Technologie výstavby

Dalším důležitým faktorem je zvolená technologie výstavby ražené části tunelu. V našich podmínkách připadají v úvahu dvě základní metody:

- **Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM)**, konvenční (cyklická) metoda ražby, kdy se postupuje po jednotlivých záběrech (stejných pracovních cyklech) s postupným zajišťováním výrubu primárním ostěním a využitím nosných vlastností horninového masivu. Po primárním zajištění se aplikuje mezilehlá hydroizolace a sekundární (definitivní) ostění.
- **Mechanické tunelování**, kontinuální metoda ražby pomocí plnoprofilového razicího stroje většinou označovaného jako Tunnel Boring Machine (**TBM**). Ražba probíhá souběžně s definitivním zajištěním tunelu pomocí segmentového ostění. Existují různé druhy razicích strojů (bez nebo s ochranným štítem, s různým zajištěním podpory čelby) podle zastížených geotechnických podmínek.

Mechanické tunelování má vysoké počáteční náklady způsobené pořízením poměrně drahého tunelovacího stroje (TBM), ale rychlost ražby je většinou výrazně vyšší než u NRTM. Z tohoto důvodu je výhodnější pro delší tunely s délkou minimálně několika kilometrů. Je vhodné do zastavěných oblastí, protože při něm dochází k menšímu ovlivnění povrchu zároveň s bezpečnější ražbou. Při mechanizovaném tunelování je však definován tvar tunelu jako kruhový. Plocha výrubu je tudíž o něco větší než u NRTM, staticky je však kruhové ostění příznivěji namáháno, což umožňuje úspory při jeho dimenzování.

Technologie NRTM u nás byla použita při výstavbě téměř všech železničních tunelů budovaných v poslední době a je výhodnější pro kratší tunely. Umožňuje úsporu plochy výrubu, především v příznivějších geotechnických podmínkách, kde není potřebné provedení spodní klenby tunelu.

Bezpečnost a provoz tunelu

Největším rizikem v tunelech je bezpochyby nebezpečí požáru, zaviněné technickou poruchou nebo nehodou vlaku. Bezpečnost v železničních tunelech podle TSI SRT (Safety in Railway Tunnels) závisí na několika různorodých činitelích. Nejdůležitějším z nich z hlediska projektování je infrastruktura, neboť jeho správným návrhem je možné předejít značnému podílu rizik. Podle TSI SRT a požadavků na předchozích projektech tunelů je třeba zajistit následující opatření:

- **únikové východy** v minimálních vzdálenostech 500 m pro 2 jednokolejné tunely (tunelové propojky) a 1000 m pro dvoukolejný tunel (únikové štoly a šachty)

- **zpevněné záchranné plochy IZS** u tunelových portálů a východů únikových šachet a štol o min. ploše 500 m² s přístupovými komunikacemi
- **další opatření dle charakteru a délky tunelu** jako je systém ventilace, značení únikových cest, požární sušuvod včetně hydrantů a zdroje vody, nouzové chodníky a osvětlení atd.

Čím delší je tunel, tím větší jsou požadavky na zajištění bezpečnosti. Výhodou dvou jednokolejných tunelů z hlediska bezpečnosti je lepší přístup k únikovému východu druhým tunelem, který je podstatně větší a přístupnější než úniková štola nebo šachta.

Co se týče provozu tunelu, opět vychází jako příznivější řešení s dvěma jednokolejnými tunely. Striktně odděluje protijedoucí vlaky, které se nemohou vzájemně ovlivňovat během provozu ani v případě nehody nebo vykolejení. Dále lze provádět údržbu na jedné tunelové troubě při současném provozu v troubě druhé.

Aerodynamika v tunelu

Při vysokých návrhových rychlostech (od 200km/h) je třeba se vždy zabývat také aerodynamickými účinky vlakových souprav, a to jak na vnitřní vybavení tunelu, tak na vlastní vlakové soupravy. Jejich důsledkem vzniká hlukové zatížení na všech vyústěních z tunelu (portály, šachty).

Při vysokých rychlostech vyvolávají vlakové soupravy projíždějící tunelem tlakové vlny, které se v tunelu pohybují rychlostí zvuku. Pokud se tunelem pohybuje více vlaků zároveň, dochází k interferenci jejich tlakových vln a dochází k mnohem větším tlakovým změnám a hluku. Aerodynamické účinky lze ohodnotit předběžně pomocí předpisů (např. Deutsche Bahn), podrobněji pomocí analytických metod nebo numerických simulací (program SEALTUN).

Změny tlaku během jízdy v tunelu se přenáší i dovnitř vozů a mohou vést k nepříjemným pocitům a v extrémních případech i poranění cestujících osob. TSI předepisuje maximální tlakovou změnu a také maximální gradient změny tlaku v čase. Dimenze tunelu musí být navrženy tak, aby byly tyto podmínky splněny. Spolu s energetickou náročností provozu, která závisí na odporu vzduchu vlaku při průjezdu tunelem, mají tlakové změny největší vliv na návrh minimálního profilu tunelu pro danou návrhovou rychlost.

Tlakové změny ovlivňují i návrh tunelových portálů. Pro snížení aerodynamických účinků se navrhuje speciální tvary portálů, pro redukci hlukových účinků lze navrhnout absorpční plochy u portálů. Kromě opatření na portálech se používají i odlehčovací šachty nebo štoly.

Na tlakové změny musí být dále brán zřetel při návrhu veškerého vybavení a instalací v tunelu a také dveří do propojek a služebních prostor. Všechna zařízení musí odolat aerodynamickému zatížení způsobenému průjezdem vlaků tunelem.

Investiční náklady

Velice důležitým faktorem při návrhu tunelů jsou investiční náklady. Obecně lze říci, že závisí na příčném profilu tunelu (ploše výrubu), délce tunelu a výrazně také na složitosti geotechnických podmínek. Čím je tunel větší, delší a ve složitější geologii, tím je dražší.

Plocha výrubu dvoukolejného tunelu je vždy menší než u dvou jednokolejných tunelů. U delších tunelů se však tím, že je třeba navrhnout ke dvoukolejnému tunelu také únikovou štolu nebo

šachtu, tento rozdíl snižuje. U dlouhých tunelů je také zajímavé porovnání ceny tunelu v závislosti na technologii výstavby, tj. NRTM vs. TBM.

Náklady ovlivňuje také osová vzdálenost kolejí před portálem tunelu, která je u dvou jednokolejných tunelů vždy větší než u tunelu dvoukolejného. Navyšuje se tím objem zemních prací před portály a pokud na tunel navazuje most, musí být pro každou kolej vybudována samostatná konstrukce, což je nákladnější. Tento efekt může být výrazně snížen, pokud se obě tunelové trouby u portálu co nejvíce přiblíží ať už v hloubené části nebo v části ražené pomocí speciálních opatření pro ražbu. Pokud je tunel hloubený, rozdíl v osových vzdálenostech kolejí není příliš velký.

Velikosti záborů

Jedním z důvodů návrhu tunelů je i snaha o omezení záborů pozemků. Trvalé zábery budou vždy v portálových oblastech a u východů únikových šachet a štol včetně nástupních ploch IZS a přístupových komunikací. Při návrhu dvoukolejného tunelu jsou zábery na portálech vždy menší než u dvou jednokolejných tunelů. Pokud je však vedle portálu dvoukolejného tunelu také portál únikové štoly, opět se rozdíl zmenšuje. Zábery před portály dvou jednokolejných tunelů mohou být zmenšeny také přiblížením obou portálů, jak bylo vysvětleno v předchozí podkapitole.

Dočasné zábery budou vždy u hloubených částí tunelů. Rozdíl dočasných i trvalých záborů pro jeden dvoukolejný a dva jednokolejné hloubené tunely není příliš velký.

3.2.2 Základní varianty

Varianta HB1 – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB1. Trasa je v této variantě vedena celkem **10 dvoukolejnými tunely a 2 dvojicemi jednokolejných tunelů**.

Návrhová rychlost tunelů je většinou 350 km/h, pouze pro tunely Běchovice, Chrást a Veselice je návrhová rychlost 200 km/h.

Všechny tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné, u tunelů Běchovice a Chrást lze uvažovat o uspořádání s dvojicí jednokolejných tunelů.

Místní komunikace a silnice III. tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Svojsice, Služátky I, Chrást a Veselice. Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Veselice a blízkosti hloubené části tunelu Služátky I.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich):

Hlavní trasa HB1	6620 m	ražby	3360 m	hloubení	3260 m
Napojení VRT – Poříčany	3050 m	ražby	0 m	hloubení	3050 m
Napojení VRT – HB	800 m	ražby	260 m	hloubení	540 m

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Běchovice</i>	120/200	14,400	16,000	1600	0	hloubený
<i>Zálužník</i>	350	34,550	35,950	1400	1150	ražený
<i>Svojšice</i>	350	52,000	53,000	1000	760	ražený
<i>Sázavka I</i>	350	90,900	91,150	250	190	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	91,350	91,650	300	230	ražený
<i>Kunemil</i>	350	95,600	95,900	300	0	hloubený
<i>Služátky I</i>	350	97,650	97,850	200	0	hloubený
<i>Služátky II</i>	350	98,280	98,680	400	280	ražený
<i>Služátky III</i>	350	99,130	99,500	370	150	ražený
<i>Vadín</i>	350	106,900	107,700	800	600	ražený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Chrást kol. 1P</i>	200	6,100	9,150	3050	0	hloubený
<i>Chrást kol. 2P</i>	200	5,900	8,950	3050	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Veselice kol. 1H</i>	200	5,000	5,800	800	260	ražený
<i>Veselice kol. 2H</i>	200	5,000	5,800	800	260	ražený
<i>Tabulka 3.2 – Přehled tunelů v trase HB1</i>						

Varianta HB2a – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB2a. V této variantě je trasa vedena celkem **14 dvoukolejnými tunely, 1 dvojicí jednokolejných tunelů a 2 jednokolejnými tunely** (z toho 4 jsou 50 m dlouhé přesypané ekodukty a 1 151 m dlouhý přesypaný tunel).

Návrhová rychlost tunelů je většinou 350 km/h, pouze tunely Tunel 1 a Běchovice I mají návrhovou rychlost 120 km/h a dále tunely Běchovice II, Ekodukt 4, Chrást a Poděbaby II mají návrhovou rychlost 200 km/h.

Ekodukt 4 a tunel Poděbaby II, které mají jen jednu kolej pro nájezd na VRT, jsou jednokolejné. Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné, u tunelu Chrást lze uvažovat o uspořádání s dvojicí jednokolejných tunelů.

Místní komunikace a silnice II. a III. tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Běchovice II, Dobrnice, Kunemil, Služátky, Poděbaby I, Chrást a Poděbaby II.

Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Běchovice II, Služátky, Poděbaby I a v blízkosti hloubené části tunelu Poděbaby II.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich; délka přesypaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2a	5628 m	ražby	1290 m	hloubení	4037 m
Napojení VRT – Poříčany	2700 m	ražby	0 m	hloubení	2650 m
Napojení VRT – HB	500 m	ražby	0 m	hloubení	500 m

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Tunel 1</i>	120	13,011	13,162	151	0	přesypaný
<i>Běchovice I</i>	120	13,600	13,850	250	0	hloubený
<i>Běchovice II</i>	200	14,340	14,497	157	0	hloubený
<i>Ekodukt 1</i>	350	33,350	33,400	50	0	přesypaný
<i>Zálužník</i>	350	35,350	35,700	350	230	ražený
<i>Ekodukt 2</i>	350	66,600	66,650	50	0	přesypaný
<i>Ekodukt 3</i>	350	86,900	86,950	50	0	přesypaný
<i>Dobrnice</i>	350	88,800	89,200	400	0	hloubený
<i>Sázavka I</i>	350	91,670	92,000	330	230	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	92,150	92,490	340	260	ražený
<i>Kunemil</i>	350	96,250	96,850	600	400	ražený
<i>Služátky</i>	350	98,000	99,650	1650	170	převážně hloubený
<i>Nová Ves</i>	350	101,900	102,400	500	0	hloubený
<i>Poděbaby I</i>	350	110,450	111,200	750	0	hloubený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Ekodukt 4 kol. 1P</i>	200	3,200	3,250	50	0	přesypaný
<i>Chrást kol. 1P</i>	200	4,200	6,850	2650	0	hloubený
<i>Chrást kol. 2P</i>	200	4,000	6,650	2650	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Poděbaby II kol. 1H</i>	200	3,000	3,500	500	0	hloubený
<i>Tabulka 3.3 – Přehled tunelů v trase HB2a</i>						

Varianta HB2b – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB2b. V této variantě je trasa vedena celkem **12 dvoukolejnými tunely, 1 dvojicí jednokolejných tunelů a 2 jednokolejnými tunely** (z toho 4 jsou 50 m dlouhé přesypané ekodukty).

Návrhová rychlost tunelů je většinou 350 km/h, pouze tunely Běchovice, Ekodukt 4, Chrást a Poděbavy II mají návrhovou rychlost 200 km/h.

Ekodukt 4 a tunel Poděbavy II, které mají jen jednu kolej pro nájezd na VRT, jsou jednokolejné. Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné, u tunelu Běchovice lze uvažovat o uspořádání s dvojicí jednokolejných tunelů.

Místní komunikace a silnice II. a III. tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Běchovice, Dobrnice, Kunemil, Služátky, Poděbavy I, Chrást a Poděbavy II.

Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Služátky, Poděbavy I a v blízkosti hloubené části tunelu Poděbavy II.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich; délka přesypaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2b	6883 m	ražby 1770 m	hloubení	4963 m
Napojení VRT – Poříčany	2700 m	ražby 0 m	hloubení	2650 m
Napojení VRT – HB	500 m	ražby 0 m	hloubení	500 m

Objekt Ekodukt 1 a další jsou totožné s variantou HB2a, staničení je shodné, HB2b je směrově shodná s HB2a.

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Běchovice</i>	120/200	13,602	15,415	1813	480	převážně hloubený
<i>Ekodukt 1</i>	350	33,350	33,400	50	0	přesýpaný
<i>Zálužník</i>	350	35,350	35,700	350	230	ražený
<i>Ekodukt 2</i>	350	66,600	66,650	50	0	přesýpaný
<i>Ekodukt 3</i>	350	86,900	86,950	50	0	přesýpaný
<i>Dobruška</i>	350	88,800	89,200	400	0	hloubený
<i>Sázavka I</i>	350	91,670	92,000	330	230	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	92,150	92,490	340	260	ražený
<i>Kunemil</i>	350	96,250	96,850	600	400	ražený
<i>Služátky</i>	350	98,000	99,650	1650	170	převážně hloubený
<i>Nová Ves</i>	350	101,900	102,400	500	0	hloubený
<i>Poděbrady I</i>	350	110,450	111,200	750	0	hloubený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Ekodukt 4 kol. 1P</i>	200	3,200	3,250	50	0	přesýpaný
<i>Chrást kol. 1P</i>	200	4,200	6,850	2650	0	hloubený
<i>Chrást kol. 2P</i>	200	4,000	6,650	2650	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Poděbrady II kol. 1H</i>	200	3,000	3,500	500	0	hloubený
<i>Tabulka 3.4 – Přehled tunelů v trase HB2b</i>						

Varianta HB2c – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB2b. V této variantě je trasa vedena celkem **12 dvoukolejnými tunely, 1 dvojicí jednokolejných tunelů a 2 jednokolejnými tunely** (z toho 4 jsou 50 m dlouhé přesypané ekodukty).

Návrhová rychlost tunelů je většinou 350 km/h, pouze tunely Běchovice, Ekodukt 4, Chrást a Poděbaby II mají návrhovou rychlost 200 km/h.

Ekodukt 4 a tunel Poděbaby II, které mají jen jednu kolej pro nájezd na VRT, jsou jednokolejné. Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné, u tunelu Běchovice lze uvažovat o uspořádání s dvojicí jednokolejných tunelů.

Místní komunikace a silnice II. a III.tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Běchovice, Dobrnice, Kunemil, Služátky, Poděbaby I, Chrást a Poděbaby II.

Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Běchovice, Služátky, Poděbaby I a v blízkosti hloubené části tunelu Poděbaby II.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich; délka přesypaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2c	9270 m	ražby	4030 m	hloubení	4090 m
Napojení VRT – Poříčany	2700 m	ražby	0 m	hloubení	2650 m
Napojení VRT – HB	500 m	ražby	0 m	hloubení	500 m

Objekt Ekodukt 1 a další jsou totožné s variantou HB2a. Staničení a směrové řešení HB2c je shodné s HB2a od staničení km 19,000.

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Běchovice</i>	120/200	13,192	17,392	4200	2740	ražený/ hloubený
<i>Ekodukt 1</i>	350	33,350	33,400	50	0	přesýpaný
<i>Zálužník</i>	350	35,350	35,700	350	230	ražený
<i>Ekodukt 2</i>	350	66,600	66,650	50	0	přesýpaný
<i>Ekodukt 3</i>	350	86,900	86,950	50	0	přesýpaný
<i>Dobruška</i>	350	88,800	89,200	400	0	hloubený
<i>Sázavka I</i>	350	91,670	92,000	330	230	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	92,150	92,490	340	260	ražený
<i>Kunemil</i>	350	96,250	96,850	600	400	ražený
<i>Služátky</i>	350	98,000	99,650	1650	170	převážně hloubený
<i>Nová Ves</i>	350	101,900	102,400	500	0	hloubený
<i>Poděbrady I</i>	350	110,450	111,200	750	0	hloubený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Ekodukt 4 kol. 1P</i>	200	3,200	3,250	50	0	přesýpaný
<i>Chrást kol. 1P</i>	200	4,200	6,850	2650	0	hloubený
<i>Chrást kol. 2P</i>	200	4,000	6,650	2650	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Poděbrady II kol. 1H</i>	200	3,000	3,500	500	0	hloubený
<i>Tabulka 3.5 – Přehled tunelů v trase HB2c</i>						

Varianta HB2d – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB2b. V této variantě je trasa vedena celkem **10 dvoukolejnými tunely, 1 dvojicí jednokolejných tunelů a 2 jednokolejnými tunely** (z toho 3 jsou 50 m dlouhé přesypané ekodukty).

Návrhová rychlost tunelů je většinou 350 km/h, pouze tunel Koloděje má návrhovou rychlost 250 km/h a tunely Ekodukt 4, Chrást a Poděbaby II mají návrhovou rychlost 200 km/h.

Ekodukt 4 a tunel Poděbaby II, které mají jen jednu kolej pro nájezd na VRT, jsou jednokolejné. Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné, u tunelu Koloděje lze uvažovat o uspořádání s dvojicí jednokolejných tunelů.

Místní komunikace a silnice II. a III. tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Koloděje, Dobrnice, Kunemil, Služátky, Poděbaby I, Chrást a Poděbaby II.

Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Služátky, Poděbaby I a v blízkosti hloubené části tunelu Poděbaby II.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich; délka přesypaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2d	9586 m	ražby 3660 m	hloubení	5826 m
Napojení VRT – Poříčany	2700 m	ražby 0 m	hloubení	2650 m
Napojení VRT – HB	500 m	ražby 0 m	hloubení	500 m

Objekt Ekodukt 2 a další jsou totožné s variantou HB2a. Staničení a směrové řešení HB2d je shodné s HB2a od staničení km 48,500.

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Koloděje</i>	120/160/ /250	13,375	18,291	4916	2600	ražený/ hloubený
<i>Ekodukt 2</i>	350	66,600	66,650	50	0	přesypaný
<i>Ekodukt 3</i>	350	86,900	86,950	50	0	přesypaný
<i>Dobrnice</i>	350	88,800	89,200	400	0	hloubený
<i>Sázavka I</i>	350	91,670	92,000	330	230	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	92,150	92,490	340	260	ražený
<i>Kunemil</i>	350	96,250	96,850	600	400	ražený
<i>Služátky</i>	350	98,000	99,650	1650	170	převážně hloubený
<i>Nová Ves</i>	350	101,900	102,400	500	0	hloubený
<i>Poděbaby I</i>	350	110,450	111,200	750	0	hloubený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Ekodukt 4 kol. 1P</i>	200	3,200	3,250	50	0	přesypaný
<i>Chrást kol. 1P</i>	200	4,200	6,850	2650	0	hloubený
<i>Chrást kol. 2P</i>	200	4,000	6,650	2650	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Poděbaby II kol. 1H</i>	200	3,000	3,500	500	0	hloubený
<i>Tabulka 3.6 – Přehled tunelů v trase HB2d</i>						

Varianta HB2e – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na části vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod mezi staničeními km 109,582 - 141,000 a napojení na VRT z Jihlavy v rámci varianty HB2e. V této variantě je trasa vedena celkem **4 dvoukolejnými tunely** (z toho tunel Šmolovy je 1150 m dlouhý, z toho přesýpaný 620 m a hloubený 530 m).

Návrhová rychlost všech tunelů je 350 km/h.

Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné.

Místní komunikace a silnice I. a III.tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Poděbaby IIII a Šmolovy.

Zástavba je v blízkosti hloubené části tunelu Šmolovy.

Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (délka přesýpaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2e 3400 m ražby 1190 m hloubení 1590 m

Napojení VRT – Jihlava 0 m ražby 0 m hloubení 0 m

ZÚ je ve staničení km 109,582 varianty HB2a. KÚ napojení na variantu N13 (jižní koridior VRT přes Benešov) ve staničení km 141,000.

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
Poděbaby III	350	110,500	111,250	750	0	hloubený
Šmolovy	350	111,850	113,000	1150	0	hloubený/ přesýpaný
Vápenný kopec	350	120,850	121,550	700	530	ražený
Letná	350	123,200	124,000	800	660	ražený
Úsek VRT – Jihlava						
bez tunelů						
<i>Tabulka 3.7 – Přehled tunelů v trase HB2e</i>						

Varianta HB2f – popis vedení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie jsou popsány tunely na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, napojení na VRT z Poříčan a napojení na VRT z Havlíčkova Brodu v rámci varianty HB2f. V této variantě je trasa vedena celkem **9 dvoukolejnými tunely, 2 dvojicemi jednokolejných tunelů a 4 jednokolejnými tunely** (z toho 2 jsou 50 m dlouhé přesypané ekodukty).

Návrhová rychlost většiny tunelů je 350 km/h, pouze tunel Hostivař a tunely na napojeních na VRT mají návrhovou rychlost 200 km/h.

Hostivařský tunel je navrhován jako dvojice jednokolejných tunelů. Tunely na nájezdu na VRT od Poříčan do Prahy a tunely na výjezdu z VRT do Poříčan od Prahy, tedy, Tunel 1, Tunel 2, Tunel 3, Přistoupim I a Přistoupim II jsou navrhovány jako tunely jednokolejné. Tunel Poděbavy II, který má jen jednu kolej pro nájezd na VRT, je také jednokolejný. Všechny ostatní tunely jsou prozatím uvažovány jako dvoukolejné.

Místní komunikace a silnice I., II. a III.tř. jsou v kolizi s hloubenou částí tunelů Hostivař, Dobrnice, Kunemil, Služátky, Poděbavy I a Poděbavy II.

Zástavba je v kolizi s hloubenou částí tunelu Služátky, Poděbavy I a v blízkosti hloubené části tunelu Hostivař a Poděbavy II. V blízkosti hloubených jednokolejných tunelů Přistoupim I a Přistoupim II se nachází dvojice 355 m vysokých vysílačů Liblice B. Podrobnější informace k jednotlivým tunelům lze nalézt v příloze P.2 této zprávy.

Celková délka tunelů s odhadem celkové ražené a hloubené části (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich; délka přesypaných tunelů je uvedena na začátku této podkapitoly):

Hlavní trasa HB2f	9519 m	ražby 5609 m	hloubení	3910 m
Napojení VRT – Poříčany	1450 m	ražby 0 m	hloubení	1450 m
Napojení VRT – HB	500 m	ražby 0 m	hloubení	500 m

Objekt Ekodukt 2 a další jsou totožné s variantou HB2a. Staničení a směrové řešení HB2f je shodné s HB2a od staničení km 48,500.

Tunel	Rychlost [km/h]	Začátek úseku [ŽKM]	Konec úseku [ŽKM]	Celková délka [m]	Délka ražeb [m]	Technologie výstavby
Úsek Praha – Havlíčkův Brod						
<i>Hostivařský kol. 1P</i>	200	8,650	13,587	4932	4532	ražený TBM
<i>Hostivařský Kol. 2P</i>	200	8,657	13,606	4949	4549	ražený TBM
<i>Ekodukt 2</i>	350	66,600	66,650	50	0	přesypaný
<i>Ekodukt 3</i>	350	86,900	86,950	50	0	přesypaný
<i>Dobrnice</i>	350	88,800	89,200	400	0	hloubený
<i>Sázavka I</i>	350	91,670	92,000	330	230	ražený
<i>Sázavka II</i>	350	92,150	92,490	340	260	ražený
<i>Kunemil</i>	350	96,250	96,850	600	400	ražený
<i>Služátky</i>	350	98,000	99,650	1650	170	převážně hloubený
<i>Nová Ves</i>	350	101,900	102,400	500	0	hloubený
<i>Poděbaby I</i>	350	110,450	111,200	750	0	hloubený
Úsek VRT – Poříčany						
<i>Podjezd 1 kol. 1P</i>	200	1,600	1,950	350	0	hloubený/ přesypaný
<i>Přístupim I kol. 1P</i>	200	2,450	3,550	1100	0	hloubený
<i>Podjezd 2 kol. 2P</i>	200	1,930	2,040	110	0	hloubený/ přesypaný
<i>Podjezd 3 kol. 2P</i>	200	2,090	2,250	160	0	hloubený/ přesypaný
<i>Přístupim II kol. 2P</i>	200	2,500	3,650	1150	0	hloubený
Úsek VRT – Havlíčkův Brod						
<i>Poděbaby II kol. 1H</i>	200	3,000	3,500	500	0	hloubený
<i>Tabulka 3.8 – Přehled tunelů v trase HB2f</i>						

Varianta HB3a – stručné zhodnocení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie je provedeno stručné shrnutí tunelových staveb na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, vč. nájezdů a sjezdů na VRT, v rámci varianty HB3a.

V této variantě se na 114 km trasy nachází celkem **17 dvoukolejných tunelů, 9 dvojic jednokolejných tunelů a 1 jednokolejný tunel**. Nejdelší tunel má délku 3200 m.

Celková délka tunelů s odhadem rozdělení ražených a hloubených tunelů (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich):

Trasa HB3a	31735 m (27,8%)	ražby 21425 m	hloubení 10310 m
-------------------	------------------------	----------------------	-------------------------

Návrhová rychlost tunelů na hlavní trase je 350 km/h, tunely na napojeních na VRT mají návrhovou rychlost sniženou v souladu se směrovými poměry trasy.

Varianta HB3b – stručné zhodnocení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie je provedeno stručné shrnutí tunelových staveb na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, vč. nájezdů a sjezdů na VRT, v rámci varianty HB3b.

V této variantě se na 64 km trasy nachází celkem **4 dvoukolejné tunely, 10 dvojic jednokolejných tunelů a 1 jednokolejný tunel**. Nejdelší tunel má délku 3200 m.

Celková délka tunelů s odhadem rozdělení ražených a hloubených tunelů (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich):

Trasa HB3b	17425 m (27,2%)	ražby 7875 m	hloubení 9550 m
-------------------	------------------------	---------------------	------------------------

Návrhová rychlost tunelů na hlavní trase je 350 km/h, tunely na napojeních na VRT mají návrhovou rychlost sniženou v souladu se směrovými poměry trasy.

Varianta N18 – stručné zhodnocení trasy z hlediska tunelů

V této části územně technické studie je provedeno stručné shrnutí tunelových staveb na vysokorychlostní trati Praha – Havlíčkův Brod, vč. nájezdů a sjezdů na VRT, v rámci varianty N18.

V této variantě se na 85.5 km trasy nachází celkem **11 dvoukolejných tunelů a 8 dvojic jednokolejných tunelů**. Nejdelší tunel má délku 2300 m.

Celková délka tunelů s odhadem rozdělení ražených a hloubených tunelů (pro dvojici jednokolejných tunelů je započítána délka pouze jednoho z nich):

Trasa N18	20150 m (23,6%)	ražby 13000 m	hloubení 7150 m
------------------	------------------------	----------------------	------------------------

Návrhová rychlost tunelů na hlavní trase je 350 km/h, tunely na napojeních na VRT mají návrhovou rychlost sniženou v souladu se směrovými poměry trasy.

3.2.3 Závěr

Na začátku kapitoly byly uvedeny obecné principy návrhu tunelů na vysokorychlostních tratích. Největším problémem při návrhu tunelů je absence norem a předpisů pro návrhovou rychlost 350 km/h jak v České republice, tak v okolních státech včetně tunelářských velmocí, jakými jsou Německo a Rakousko. S tím souvisí především návrh příčného řezu tunelů, který je pro celý projekt zásadní.

Většina tunelů navržených v této studii je uvažována jako dvoukolejné. V dalším průběhu projektování může vzniknout z důvodu požární bezpečnosti, případně aerodynamiky požadavek navrhnout některé tunely (především ty dlouhé) jako dvojici jednokolejných.

V další fázi projektování bude třeba pro vybranou variantu provést náležitý inženýrsko-geologický průzkum, který upřesní geotechnické poměry v trase tunelů. Ty zásadním způsobem ovlivňují návrh tunelů včetně technologie výstavby a umístění portálů, což má za následek i úpravu délky tunelů. V současné době jsou ražené a hloubené části tunelů odhadnuty jen na základě rešerše archivních podkladů.

Pro každou variantu trasování byly vypracovány tabulky tunelů s podrobnými informacemi, které jsou v příloze P.2 této zprávy. V textu jsou dále souhrnné tabulky a celkové součty délek tunelů i jejich ražených a hloubených částí. Posuzovaný úsek zahrnuje podle konkrétní varianty 12 až 17 tunelů včetně ekoduktů (u dvojice jednokolejných tunelů je počítán jen jeden z nich).

Nejmenší podíl tunelů je u varianty HB2a (5,628 km), největší podíl u variant HB2c (9,27 km), HB2d (9,586 km) a HB2f (9,519 km). U těchto variant jsou také navrženy nejdelší tunely Běchovice dl. 4,200 km (HB2c), Koloděje dl. 4,916 km (HB2d) a Hostivařský dl. 4,949 km (HB2f), které budou nejnáročnější z hlediska provozu, bezpečnosti a investic.

V závěru bylo provedeno stručné zhodnocení tras m HB3a, HB3b a N18 z hlediska tunelů.

3.3 Dopravny na vysokorychlostní trati

Na navrhované vysokorychlostní trati se předpokládá rozmístění několika dopraven různého účelu a rozsahu. V první řadě jsou to železniční stanice (výhybny), umožňující předjíždění vlaků, případně i nástup a výstup cestujících (dopravní terminály) a nebo napojení areálu údržby. Dále jsou to odbočky do konvenční železniční sítě a kolejová propojení.

3.3.1 Železniční stanice

Železniční stanice jsou rozmístěny tak, aby jejich situování korespondovalo s možným využitím nejenom v případě mimořádných událostí, ale i v běžném provozu.

V základní verzi jsou navrhovány výhybny s dvěma předjízdny koleji a oběma kolejovými spojkami na obou stranách stanice. V železničních stanicích je možné doplnění nástupišť a zařízení pro odbavení cestujících, vzhledem k okolnímu území a provoznímu konceptu však navrhované varianty tuto možnost neuvažují.

3.3.2 Odbočky (napojení do konvenční sítě)

Odbočky jsou umístěny v místech, kde se předpokládá pravidelný (a smysluplný) přechod vlaků z vysokorychlostní tratě do konvenční sítě. Jedná se o napojení 1.TŽK ve směru Kolín a dále obsluhu oblasti Havlíčkovobrodské a Jihlavy. Realizace odboček je závislá na zvolené variantě, provozním konceptu a v neposlední řadě na ekonomické efektivitě. Odbočky jsou navrhovány mimoúrovňově.

3.3.3 Kolejová propojení

Z důvodu zajištění provozu při rozsáhlejší údržbě či opravách nebo mimořádných událostech jsou na trati navržena kolejová propojení, a to zhruba po 20 km. Umístění kolejových propojení je limitováno možností návrhu přímého úseku trasy v přiměřeném sklonu (pokud možno do 10 ‰).

3.3.4 Zázemí pro údržbu tratě

Zázemí pro údržbu tratě je navrženo ve výhybnách (železničních stanicích). Pro variantu HB2a jsou doloženy ve výkresové části (B.6.3) pro výhybny Vykáň, Chlístovice a Babice.

Navržena je vždy plocha 500x100 m s kolejovým a silničním napojením. Konkrétní podoba základny pro údržbu bude předmětem další přípravy.

3.3.5 Seznam dopraven na vysokorychlostní trati Praha – HB – Jihlava

V následujících tabulkách je uveden seznam dopraven (železničních stanic, odboček a kolejových propojení) pro sledované varianty HB1 a HB2a.

Staničení	Dopravná	Poznámka
-0,939	Praha hl.n.	<i>mimo řešený úsek</i>
4,677	žst. Praha-Libeň	<i>mimo řešený úsek</i>
12,092	žst. Praha-Běchovice (397,000)	stávající stanice, odpojení z tratě 011
24,744	výh. Nehvizdy	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu
28,250	odb. Vykáň	mimoúrovňové odbočení směr Kolín
50,806	odb. Svojšice	kolejové propojení
71,110	odb. Zdeslavice	kolejové propojení
85,524	odb. Dobrovítov	kolejové propojení
103,905	výh. Babice	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu, odbočení do žst. Havlíčkův Brod
115,865	odb. Melichov	kolejové propojení
133,850	odb. Dobrouť	kolejové propojení
145,580	výh. Měřín	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu
<i>Tabulka 3.9 – Seznam dopraven, varianta HB1</i>		

Staničení	Dopravná	Poznámka
-0,939	Praha hl.n.	<i>mimo řešený úsek</i>
4,677	žst. Praha-Libeň	<i>mimo řešený úsek</i>
12,092	žst. Praha-Běchovice (397,000)	stávající stanice, odpojení z tratě 011
29,767	výh. Vykáň	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu, mimoúrovňové odbočení směr Kolín (km 30,268)
49,532	odb. Zárybník	kolejové propojení
70,073	výh. Chlístovice	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu
85,000	odb. Dobrovítov	kolejové propojení
105,729	výh. Babice	železniční stanice bez nástupišť, plocha pro údržbu
107,365	odb. Vadín	odbočení do žst. Havlíčkův Brod
114,207	změna staničení - HB2a	konec trasy HB2a
116,499	změna staničení - N13	Začátek návazné trasy N13 (VRT Benešov – Brno)
130,343	odb. Dobronín	mimoúrovňové odbočení směr Jihlava (od Prahy)
134,928	odb. Měšín	mimoúrovňové odbočení směr Jihlava (od Brna)
146,727	odb. Meziříčko	kolejové propojení
166,388	žst. Velké Meziříčí VRT	železniční stanice s nástupišti
177,500	odb. Velká Bíteš	kolejové propojení
192,700	odb. Veverské Knínice	kolejové propojení
211,764	odb. Brno – Vídeňská	kolejové propojení, pouze ve var. jižního napojení do ŽUB
214,626	žst. Brno hl.n.	odsunutá poloha – mimo řešený úsek
<i>Tabulka 3.10 – Seznam dopraven, varianta HB2a (a dále varianta N13 do žst. Brno hl.n.)</i>		

3.4 Energetické výpočty

3.4.1 Úvod a použité podklady

Tyto energetické výpočty slouží ke stanovení nejvhodnějšího umístění a stanovení potřebného výkonu nových trakčních napájecích stanic (TNS), ke kontrole dimenzování sestav TV pro VRT Praha – Brno v rámci nového vysokorychlostního železničního spojení.

Jako podkladu bylo použito :

- výhledový počet vlaků v jednotlivých úsecích a na jednotlivých tratích
- předpokládané rychlosti a hmotnosti vlaků
- sklonové a směrové poměry trati
- výhledové trakční výkony a charakteristiky hnacích vozidel

Výpočty spotřeby energie byly provedeny pro výhledovou dopravu a pro daný redukováný podélný profil VRT s využitím diagramu měrných spotřeb typových vlaků. U souprav pro vysoké rychlosti byly výpočty měrných spotřeb prováděny individuálně a s jistou mírou odhadů.

Ve stávajícím stavu je nejbližší stávající železniční spojení Praha – Kolín (I. koridor) elektrizováno stejnosměrnou proudovou soustavou 3kV s těmito, k novému vedení VRT nejbližšími, trakčními měnícími (TM):

- TM Běchovice (začátek VRT)
- TM Pečky (sjezd na Pečky – výhybna Vykáň)

Trať Kutná Hora – Havlíčkův Brod – Brno je elektrizována střídavou proudovou soustavou 25kV 50Hz s těmito, k novému vedení VRT nejbližšími, napájecími stanicemi (TNS):

- TNS Havlíčkův Brod (sjezd na Havlíčkův Brod – výhybna Babice)
- TNS Havlíčkův Brod (sjezd na Jihlavu – odbočka Dobronín a Měšín)

3.4.2 Návrh napájení a výpočet spotřeby energie pro nové TNS

Nová trať se na pražské straně napojuje v ŽST Praha-Běchovice a dále je ve všech uvažovaných variantách vedena ve zcela nových stopách. Elektrizace této VRT se již od ŽST Praha-Běchovice (za neutrálním polem) navrhuje realizovat střídavou napájecí soustavou 25kV/50Hz v celé její délce. S dalšími styky rozdílných proudových soustav (3kV DC x 25kV 50Hz AC), či se styky soustav různých fází, kromě již zmiňovaného neutrálního pole za ŽST Praha-Běchovice, je třeba počítat i u Poříčan (sjezd na Pečky – výhybna Vykáň), u Havlíčkova Brodu (sjezd na Havlíčkův Brod – výhybna Babice) a u Stříteže (sjezd na Jihlavu – odbočka Dobronín a Měšín), což může být, z důvodu potřeby instalace neutrálních polí, pro některé varianty kolejového napojení omezující.

Optimální vzájemná vzdálenost TNS je 40 až 50 km. S ohledem na vedení stávajících linek 110kV rozvodu, je navrženo umístit první TNS do oblasti Běchovice – Počernice (pro tyto výpočty **TNS Běchovice**), druhou TNS umístit do oblasti mezi obce Vidice – Košice (pro tyto výpočty **TNS Vidice** s připojením v km 65) a třetí TNS umístit u města Havlíčkův Brod (pro tyto výpočty **TNS Havlíčkův Brod** s připojením v km 116,5).

Dále je uvažováno s umístěním neutrálních polí (spínacích stanic) do km 39,5, do km 90,0 a do km 140,0.

Při výpočtech dimenzování jednotlivých TNS byl pro každý směr spočten redukovaný podélný profil s ohledem na směr jízdy. Z něho a z výhledového počtu vlaků za 1 hodinu byla určena celková denní spotřeba pro nové TNS. Když se ještě k těmto hodnotám přičetla odhadovaná denní spotřeba pro možné napájení ohřevů výměn, zabezpečovacího zařízení a ostatních zařízení, z trakčního vedení, vyšla celková denní spotřeba energie pro nové TNS.

Dle výhledové dopravy se už nepředpokládá jízda i vozidel starší konstrukce, tedy s horším účinníkem, a tedy je možné uvažovat s opuštěním od instalace kompenzačních filtrů. Odpovídající spočtený **zdánlivý jmenovitý výkon** (na základě upravených statistických součinitelů pro VRT) je u všech nových TNS do **20 MVA**. Proto se pro tyto nové napájecí stanice navrhuje dimenzování pomocí prozatím nezavedených trakčních transformátorů **2x 20 MVA** s 2-hodinovou 1,5-násobnou přetížitelností a 1-minutovou 3-násobnou přetížitelností dle třídy provozu VI (ČSN EN 50329). Jeden provozní trakční transformátor by tedy dokázal s rezervou pokrýt i předpokládaný krátkodobý odběr až 3 současně jedoucích zdvojených vysokorychlostních souprav s max. výkonem 8 MW.

Zpětné vedení nových TNS by mělo odpovídat jejímu výkonovému dimenzování při využití 2h přetížitelnosti o 50 %, t.j. celkově musí trvale přenést proud 1200 A. Pro každou stopu pak postačuje dimenzování kabelů zpětného vedení trvale 600 A. S ohledem na dimenzi TV se doporučuje zpětné vedení pro jednu stopu dimenzovat rovněž na **1000 A**, tedy **2000 A pro obě stopy**.

Velkým problémem bude při standardním jednofázovém odběru, a při výkonech kolem 20 MVA, zajistit nepřekročení dovoleného nerovnoměrného zatížení distribuční sítě 110 kV. Částečným řešením by mohlo být použití třífázových trakčních transformátorů, nebo například tři 10 MVA jednofázových transformátorů, za současného rozdělení TV na více úseků oddělených neutrálními poli a tažením napájecího vedení podél trati na vnější straně trakčních podpěr, s možností různých kombinací zapojení jednotlivých fází k TV.

3.4.3 Návrh sestavy TV

S ohledem na tuhost TV pro rychlosti nad 200 km/h byla navržena sestava pro AC soustavu 25 kV/50 Hz **TR150Cu+NL50Bz** bez ZV. Tomu odpovídá **napájecí vedení o dimenzi 2x95Cu**, či kabelové napájecí vedení s trvalou proudovou zatížitelností **1000 A**. Zvětšení průřezu (předimenzování) a tedy i vodivosti je výhodné pro zabezpečení větších proudových odběrů u vysokorychlostních souprav a snížení úbytků napětí. Pro tuto sestavu a jednokolejnou trať byla prozatím teoreticky určena impedance $0,18 + j0,35$ se zjednodušením pro výpočty $\tilde{Z} = 0,35$ ohm/km. Tyto hodnoty by bylo vhodné po realizaci stavby měřením prověřit.

Při výpočtu úbytku napětí a špičkového napájecího proudu (kontrola TV) se vycházelo z co možná nejnepríznivějšího rozmístění vlaků v daném méně příznivém směru (co nejdále od NS a ve stoupání).

Trakční vedení ve všech parametrech vyhovělo.

Pokud by bylo přistoupeno k dalšímu fázovému dělení TV pro zrovnoměnění fázového zatížení sítě 110 kV (popisovaného na konci předchozí kapitoly), doporučuje se pro napájecí vedení použít dimenzi 2x120Cu.

3.4.4 Přílohy – energetické výpočty

Směr Havlíčkův Brod						
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940	
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod		Směr: Havlíčkův Brod			
Úsek NS od km do km	Běchovice	od - km 12,50	do - km 39,50			
Celková délka (km)	27,00					
Počet úseků:	6					
Délka úseku (km)	3,6	12,3	7,2	2,5	0,7	0,7
Sred (°/oo)	9,1	-13,6	5,6	-2,4	20,0	-2,5
Počet vlaků R do 160 za den	25	25	0	0	0	0
Počet vlaků R(200-350) za den	166	166	101	101	101	101
Ad R do 160 (kWh/d)	4362	2673	0	0	0	0
Ad R do 350 (kWh/d)	122123	26936	115113	13387	24589	3655
Denní spotřeba NS	(MWh/d):		312,8			

Směr Praha						
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940	
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod		Směr: Praha			
Úsek NS od km do km	Běchovice	od - km 12,50	do - km 39,50			
Celková délka (km)	27,00					
Počet úseků:	6					
Délka úseku (km)	3,6	12,3	7,2	2,5	0,7	0,7
Sred (°/oo)	-8,0	14,2	-4,0	3,4	-14,5	2,6
Počet vlaků R do 160 za den	25	25	0	0	0	0
Počet vlaků R(200-350) za den	166	166	101	101	101	101
Ad R do 160 (kWh/d)	780	19148	0	0	0	0
Ad R do 350 (kWh/d)	7864	555643	23241	32659	930	8400
Denní spotřeba NS	(MWh/d):		648,7			

nová TNS Běchovice				
Výpočet pro VRT - jeden T				
Napajec	N2-22	N1-21	EOV, NZZ, ap.	SUMA
Denní spotřeba NS (MWh/d)	313	649	odhad 10	972
Základní výk.(MW)				13,9
Jmenovitý činný.výk.(MW)				16,9
Jmenovitý zdánlivý výkon (MVA)				0,95 17,8
Maximální činný 2h výkon (MW)				19,4
Max.zdánlivý 2h výkon (MVA)				účinník = 0,98 19,8
Maximální činný 60s výkon (MW)				40,0
Max.zdánlivý 60s výkon (MVA)				účinník = 0,98 40,8

Hodnoty pro navržený T 20 MVA - třída provozu VI	
Jmenovitý výkon (MVA)	20
Maximální 2h výkon (MVA)	30
Maximální 60s výkon (MVA)	60

Obrázek 3.7 – Spotřeba energie, dimenzování TNS Běchovice

Směr Havlíčkův Brod									
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940				
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod			Směr: Havlíčkův Brod					
Úsek NS od km do km	Vidice	od - km 39,50		do - km 90,00					
Celková délka (km)	50,50								
Počet úseků:	8								
Délka úseku (km)	5,6	6,7	1,7	10,5	3,6	4,2	13,1	5,1	
Sred (°/oo)	-3,0	10,1	-2,4	13,0	-4,6	1,1	4,2	-4,3	
Počet vlaků R do 160 za den	0	0	0	0	0	0	0	0	
Počet vlaků R(200-350) za den	101	101	101	101	101	101	101	101	
Ad R do 160 (kWh/d)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ad R do 350 (kWh/d)	25520	147460	9103	271149	8750	42028	185065	14429	
Denní spotřeba NS	(MWh/d): 703,5								

Směr Praha									
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940				
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod			Směr: Praha					
Úsek NS od km do km	Vidice	od - km 39,50		do - km 90,00					
Celková délka (km)	50,50								
Počet úseků:	8								
Délka úseku (km)	5,6	6,7	1,7	10,5	3,6	4,2	13,1	5,1	
Sred (°/oo)	3,9	-8,8	3,0	-11,4	5,5	0,2	-3,1	5,5	
Počet vlaků R do 160 za den	0	0	0	0	0	0	0	0	
Počet vlaků R(200-350) za den	101	101	101	101	101	101	101	101	
Ad R do 160 (kWh/d)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ad R do 350 (kWh/d)	76879	8905	21305	13956	57078	37004	57957	80860	
Denní spotřeba NS	(MWh/d): 353,9								

nová TNS Vidice

Výpočet pro VRT - jeden T

Napajec	N2-22	N1-21	EOV, NZZ, ap.	SUMA
Denní spotřeba NS (MWh/d)	704	354	odhad 10	1067
Základní výk.(MW)				15,2
Jmenovitý činný.výk.(MW)				18,5
Jmenovitý zdánlivý výkon (MVA)				0,95 19,5
Maximální činný 2h výkon (MW)				21,3
Max.zdánlivý 2h výkon (MVA)				účinník = 0,98 21,8
Maximální činný 60s výkon (MW)				40,0
Max.zdánlivý 60s výkon (MVA)				účinník : 0,98 40,8

Hodnoty pro navržený T 20 MVA - třída provozu VI

Jmenovitý výkon (MVA) 20

Maximální 2h výkon (MVA) 30

Maximální 60s výkon (MVA) 60

Obrázek 3.8 – Spotřeba energie, dimenzování TNS Vidice

Směr Havlíčkův Brod						
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940	
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod			Směr: Havlíčkův Brod		
Úsek NS od km do km	Havlíčkův Brod	od - km 90,00		do - km 140,00		
Celková délka (km)	50,00					
Počet úseků:	5					odhad
Délka úseku (km)	5,3	4,7	2,6	11,5		25,9
Sred (‰)	-4,0	2,6	-10,1	2,7		2,0
Počet vlaků R do 160 za den	0	0	0	0		0
Počet vlaků R(200-350) za den	101	101	101	101		101
Ad R do 160 (kWh/d)	0	0	0	0		0
Ad R do 350 (kWh/d)	17108	56402	3456	139533		290156
Denní spotřeba NS	(MWh/d): 506,7					
Směr Praha						
Nastavení-hmot.(t)	Pn	Nex,Rn,...	Mn,Pv	R(do160) 510	R (do350) 940	
Trat'	Praha - Havlíčkův Brod			Směr: Praha		
Úsek NS od km do km	Havlíčkův Brod	od - km 90,00		do - km 140,00		
Celková délka (km)	50,00					
Počet úseků:	5					odhad
Délka úseku (km)	5,3	4,7	2,6	11,5		26,0
Sred (‰)	5,1	-1,1	11,3	-1,4		-1,0
Počet vlaků R do 160 za den	0	0	0	0		0
Počet vlaků R(200-350) za den	101	101	101	101		101
Ad R do 160 (kWh/d)	0	0	0	0		0
Ad R do 350 (kWh/d)	81214	33288	61267	76863		187601
Denní spotřeba NS	(MWh/d): 440,2					
nová TNS Havlíčkův Brod						
Výpočet pro VRT - jeden T						
Napajec	N2-22	N1-21	EOV, NZZ, ap.	SUMA		
Denní spotřeba NS (MWh/d)	507	440	odhad 10	957		
Základní výk.(MW)					13,7	
Jmenovitý činný.výk.(MW)					16,6	
Jmenovitý zdánlivý výkon (MVA)	0,95				17,5	
Maximální činný 2h výkon (MW)					19,1	
Max.zdánlivý 2h výkon (MVA)	účinník = 0,98				19,5	
Maximální činný 60s výkon (MW)					40,0	
Max.zdánlivý 60s výkon (MVA)	účinník : 0,98				40,8	
Hodnoty pro navržený T 20 MVA - třída provozu VI						
Jmenovitý výkon (MVA)					20	
Maximální 2h výkon (MVA)					30	
Maximální 60s výkon (MVA)					60	

Obrázek 3.9 – Spotřeba energie, dimenzování TNS Havlíčkův Brod

nová TNS - NP

Výpočet proudů a kontrola úbytku napětí - VRT

Nastavení poč. parametrů

$I_{\text{střed}}$ od ostatních napaječů (A) - 660

R_v (Ω/km)- 0,18

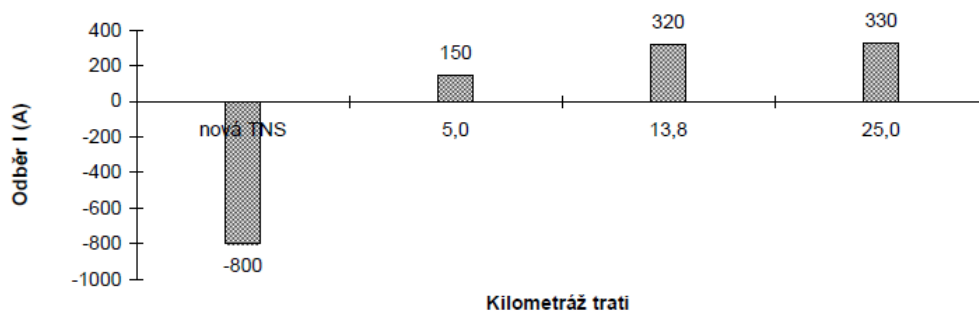
X_v (Ω/km)- 0,35

Počítáno pro lok. kW- 8000

=> $I_{\text{max}}=330\text{A}$

Trat' (úsek)	Praha - Brno			Směr:	Havlíčkův Brod
Úsek NS od km do km	od km 7,00 do km 29,00				
Celková délka (km)	25,50				
Počet odběrů	3				
Číslo odběru	1	2	3		
Vzdálenost od NS (km)	1,00	13,80	25,00		
Druh vlaku (R,Os,Nv)	VRT-jízda	VRT-nej odběr	VRT-nej odběr		
Proudový odběr (A)	150	320	330		
Měr.imped. z' (Ohm/km)	0,35	0,35	0,35		
Proud napaječe $I_{\text{max}}(\text{A}) =$	800			$I_{\text{zkrat}}(\text{A})=$	2421
$I_{\text{nast}}(\text{A}) =$	1000			$\varphi_{\text{zkrat}}=$	63°
Úbytek nap.v troleji (V)	4486				
Úbytek nap.na T (V)	3212				
Úbytek napětí celkem (V)	7698			Dovolený	8000 V

Schéma řešeného úseku



Obrázek 3.10 – Kontrola dimenze TV

3.5 Trakční vedení

Trakční vedení a napájení TV na nové vysokorychlostní trati (VRT) lze v ČR navrhnout a realizovat jen na základě teoretických podkladů, technických norem, TSI pro VRT a zahraničních zkušeností. Střídavá trakční soustava AC pro VRT je dnes již stanovena normou ČSN EN 50163 ed.2 a TSI. Elektrizace trakční proudovou soustavou stejnosměrnou DC 3 kV na trati pro rychlost větší než 200 km/hod není vhodná z důvodu náročného přenosu elektrické energie do trakčního vozidla a pro ekonomicky nepřijatelné provozní náklady vynaložené na údržbu sběračů trakčních vysokorychlostních vozidel (viz zkušenosti z Itálie).

3.5.1 Požadavky pro návrh TV

- 1) Návrh parametrů sestavy TV pomocí ČSN EN 50318 v souladu s předpisy TSI pro VRT.
- 2) Trakční proudová soustava AC 25kV 50Hz, případně 2x25kV 50Hz. Systém napájení TV 2x25kV by bylo vhodné uvažovat jen v případě, že by nebylo možné nalézt ekonomicky vhodné připojení trakční napájecí stanice na energetické rozvody 110kV.
- 3) Konstrukční a rozměrové řešení systému trolejového vedení VRT, určení napínacích tahů ve vodičích včetně výměnných polí.
- 4) Vzorové řešení sjízdnosti trolejů na výhybkách pro spojky a odbočení z koleje VRT.
- 5) Řešení a vhodné umístění styku soustavy DC 3kV na AC 25kV 50Hz. Na stávající trati Praha – Benešov je trakční proudová soustava stejnosměrná DC 3 kV. Napájení nové tratě trakční soustavou střídavou AC 25 kV 50Hz se předpokládá z nové TNS Zahradní Město a to v místech předpokládaných napojení na novou trať u Stránčic a Benešova přináší komplikace s umístěním stykových míst mezi soustavami DC/AC.
- 6) Řešení neutrálních polí v místě styku rozdílných fází u soustavy AC v místech napájecích (TNS) a spínacích stanic (SpS).
- 7) Stanovení rozsahu provozních teplot vzduchu v nově navrhovaných tunelech.
- 8) Stanovení velikosti hodnot zatížení vzduchem při vjezdu do tunelu a jízdě vozidla tunelem při
 - a. aerodynamickém tvaru souprav (ICE) jedoucích rychlostí větší než 200 km/hod, 350 km/hod,
 - b. lokomotivním vlaku jedoucím rychlostí do 200 km/hod-v místě na sběrači vozidel a na trolejovém vedení, na upevňovacích konstrukcích a otočných konzolách závěsů TV. V návrhu trolejového vedení je doporučeno navrhovat ověřená řešení. Důsledky neověřeného návrhu by mohly mít vliv na součinnost trolejového vedení a sběračů vozidel v místech portálů tunelu nebo v tunelu a s tím spojené zvýšené provozní náklady na jízdu a údržbu trakčních vozidel.
- 9) Stanovit technické parametry sběračů, které budou certifikovány pro tratě VRT s ohledem na normu ČSN EN 50367. V současné době dopravci provozují vozidla se sběrači pro rychlost do 160km/h o délce hlavy sběrače 1950 mm. V momentu realizace a zapojení VRT do stávající infrastruktury je nutné, aby stávající tratě splňovaly TSI a to zejména v ověření schopnosti trolejového vedení s ohledem na délku hlavy sběrače 1600 mm. Pro rychlost jízdy 250 km/hod a vyšší jsou požadovány sběrače s délkou hlavy 1600mm a tak provoz těchto vozidel musí být umožněn i pro jízdu na stávající infrastruktuře.

- 10) Řešení napájení a uspořádání trakčních vedení pomocí ČSN. Dalším rozhodujícím podkladem pro návrh TV jsou energetické výpočty. Tyto výpočty se provádějí standardně pro stávající tratě v klasickém uspořádání trolejového vedení nad kolejí a z toho vyplývající impedance vedení pro takto definovaný trakční obvod. S ohledem na železniční spodek a svršek a přenos vysokých výkonů na nová trakční vozidla se nabízí otázka, zda by bylo ekonomicky výhodné řešit snížení energetických ztrát v přenosu elektrické energie v trakčním obvodu za cenu investice do trakčního vedení. Pro zlepšení proudů v trakčním obvodu např. na stožáry TV přidat zavěšený vodič zpětného vedení propojeného s kolejí (se zemí) po určených vzdálenostech apod.
- 11) Návrh koncepce trakčního vedení, teoretické podklady a jejich ověření. Projektant doporučuje objednateli (budoucímu provozovateli) trati vytvoření jednotné koncepce trakčního vedení, což uvádí norma ČSN EN 50119 ed.2 včetně architektonického návrhu podpěr TV. Teoretickými výpočty doložit vhodnost návrhu řešení, které bude prakticky ověřeno na prvním realizovaném úseku trati VRT.

3.5.2 Předpokládaný návrh koncepce trakčního vedení pro tratě VRT

Trakční vedení pro uvažované tratě je navrženo v koncepci dvojkolejné trati s dopravními schopné provozu stanovenou rychlostí. Na hlavních a předjízdových kolejkách musí být navrženo nové vedení odpovídající koncepci pro vysokorychlostní tratě (VRT). Na základě zjištění z provozovaných tratí v Německu a Francii projektant sestavil základní parametry TV:

Základní technické parametry sestavy TV pro VRT:

Elektrická trakční soustava	AC 25 000 V, 50 Hz
limitní hodnoty	podle ČSN EN 50163, ČSN EN 50160, ČSN EN 50388
Geometrie trolejového vedení	
Konstrukce trakčního vedení	svislé, řetězovkové, plně kompenzované
Maximální průjezdná rychlost	300-350 km/h
Základní výška trolejového drátu nad TK	5300 mm v souladu s ČSN 34 1530 ed.2
Minimální výška trolejového drátu nad TK	5270 $^{+0}_{-5}$ mm uprostřed rozpětí při předprůhybu troleje 0,05% z délky rozpětí.

Maximální konstrukční zdvih vedení v místě závěsu troleje 200 mm.

Maximální horizontální výchylka trolejového drátu 400 mm podle ČSN EN 50367.

Sestavy, materiály, průřezy a proudová kapacita vodičů trolejového vedení musí vyhovět proudovému zatížení včetně zkratových proudů podle energetických výpočtů a ČSN EN 50119 ed.2:

- trolejový drát hlavních kolejí podle ČSN EN 50149 150 mm² CuAg 0,1 /20kN*/
- nosné lano hlavních kolejí 70 mm² Bz /17kN*/

- maximální rozpětí podélných polí trolejového vedení je 62 m (předpokládané hodnoty lze změnit po provedení výpočtů (simulace) pro provozní a maximální rychlost vozidel viz. požadavky pro návrh TV)
- kotvení trolejového drátu a nosného lana pohyblivé, oddělené
- rozsah kompenzace teplotní roztažnosti trolejového vedení - 30°C až +70°C
- výška systému trolejového vedení v závěsech
 - na otočných konzolách 1,5 m
 - na nosných bránách 1,5 ÷ 2,0 m
- minimální výška sestavy trolejového vedení 500 mm
- klikatost trolejového drátu
 - v přímé +/- 200 mm
 - v oblouku 0 - 300 mm

Výměnná pole trolejových vedení se navrhují v 5-ti polích.

Ostatní trakční vedení

Pro připojení napájecích stanic na trolejové vedení se navrhuje napájecí a zpětné vedení. V případě použití systému 2x25kV by bylo lano napájecího vedení zavěšeno na trakčních stožárech pro propojení TNS a autotransformátorů, umístěných na trati po cca 10 km.

Pro zlepšení přenosu trakčních proudů je vhodné počítat také s umístěním zpětného vzdušného vedení na trakční stožáry. Pro takový nový návrh uspořádání trakčního vedení se musí zpracovat samostatné výpočty, které by prokázaly nejen vhodnost umístění vodiče, četnost připojení na kolej, ale i efektivnost tohoto návrhu.

Obcházecí vedení se bude navrhovat jen v případě tunelu, jehož délka je více než 5000 m. V případě, kdy zabezpečovací zařízení umožní vjezd dvou vlaků na jednu kolej tunelu, je požadováno podle TSI „Bezpečnost v železničních tunelech“ rozdělit trolejové vedení tunelu na samostatně napájené úseky.

Uspořádání elektrického oddělení úseků, napájených z různých fází, délka neutrálního pole a průjezd polem

Neutrální pole pro oddělení úseků trakčního vedení podle ČSN EN 50367, ČSN EN 50388 a ČSN EN 50119ed.2 budou zřízena v místech připojení trakčních napájecích stanic a spínacích stanic. Průjezd těchto neutrálních polí se v současné době provozuje při vypnutí trakčního odběru. V případě, že by nebylo provozně vhodné takto omezovat trakční provoz vozidel, je technicky možné neutrální pole vybavit zařízením, které by umožnilo stálý trakční odběr i v těchto místech neutrálních polí.

Délka neutrálního pole 250-300 m je minimálně daná konstrukčním uspořádáním pomocí výměnných polí a velikostí rozpětí podpěr.

Uspořádání elektrického oddělení úseků styku soustavy DC 3kV a AC 25kV 50Hz

Pro tento případ je neutrální pole konstruováno minimálně ze tří úseků, prostřední je ukolejněn. Při průjezdu dochází k přepínání trakčního odběru na vozidle. Konstrukce a tím délka neutrálního pole je v zásadě odvozena od rychlosti jízdy v daném místě. Pro rychlost do 200 km/hod se dá řešit neutrální pole pomocí výměnných polí v délce 240 m. V místě s nižší rychlostí jízdy je možné neutrální pole řešit pomocí děličů TV a tak dosáhnout zkrácení jeho délky. Snahou je zkrátit délku neutrálního pole a proto je vhodné umístit styk soustav DC/AC nedaleko místa napojení na stávající trať. V místech styku soustav nebo v místech souběhu nové soustavy AC se stávající tratí DC soustavy je nutné, aby kabelová vedení zabezpečovacího zařízení vyhověla pro trakční soustavu AC.

Křížení trolejového vedení se vzdušnými vedeními

Křížení vzdušných vedení nízkého napětí s trakčním vedením není dovoleno. Vedení nn se musí uložit jako kabelové zemní vedení. Křížovatky vedení vn a vvn musí splňovat minimální vzdálenosti od trolejového vedení předepsané normami ČSN EN 50423-3 (33 3301) a ČSN EN 50341-1 (33 3300) a ČSN 34 1530 ed.2. Nevyhovující křížení venkovních nedrážních vedení je nutné řešit úpravou nebo přeložením.

Požadavky na návrh železničního svršku

Pro součinnost sběrače s trolejovým vedením je důležité i dodržení projektovaných parametrů koleje. Návrh dostatečně velkých zakružovacích oblouků v místech změn sklonů koleje je nutný nejen z důvodu pohody pro cestující, ale i pro dodržení změny velikosti dynamické síly sběrače na trolejové vedení. Tyto dynamické síly spolu s působením tlaku vzduchu na sběrač mohou nepříznivě působit na výslednou součinnost sběrače s trolejovým vedením. Změny ve velikosti působení tlaku vzduchu vznikají od nárazového tlaku větru, od změn železničního profilu trati na náspu, mostu nebo v zářezu a při vjezdu vozidla do tunelu. Také vlastní řešení portálu tunelu ovlivní velikost změn přítláčných sil sběrače na trolejové vedení. Sběrač s kompenzací přítláčných sil je důležitý nástroj k vymezení rozsahu působení sil, ale vlastní součinnost sběrače s trolejovým vedením nezlepší. Pokud četnost narušení součinnosti sběrače s trolejovým vedením překročí povolenou mez, zvyšuje se nebezpečí poruchy a tím i zkrácení intervalů oprav sběračů trakčních vozidel. Úpravy stavebního řešení na straně vzniku nepříznivých vlivů mají efekt zlepšení nejen pro funkci sběrače, ale i na chování vlakové soupravy. Problematika tvaru a rozměrů tunelů a jejich portálů je velmi důležitá při řešení TV. Vztah velikosti průřezu tunelu a velikosti a tvaru drážních vozidel určuje velikost jízdních odporů (provozních nákladů), obdobně jako sklon koleje.

Požadavky pro zajištění kvalitní montáže a údržby trakčního vedení

Pro realizaci trakčního vedení tratí VRT je nutné zpřesnit technické a kvalitativní podmínky (TKP), stanovit způsob měření a ověření požadovaných parametrů. Pro provozovatele je nutné vytvořit vhodné podmínky technické a personální pro zajištění měření, pro zkoušky, jejich vyhodnocení pro uvádění do provozu, ale následně i diagnostiku a vyhodnocení stavu TV pro plánování údržby a oprav.

Upozornění pro bezpečnost údržby

V případech souběhu TV koleje DC a AC je nutné při práci na TV systému DC postupovat při zajištění pracoviště stejně jako u střídavé soustavy AC podle technických norem národních železnic.

Požadavky na zajištění bezpečného provozu dráhy

Vycházejí ze zákona o drahách 266/94Sb. Projektant stanovil požadavek na odstranění a úpravu porostů při realizaci staveb na tělese dráhy minimálně na vzdálenost 8 metrů od osy koleje pro TV a zabezpečovací zařízení a minimálně 7 metrů od vodičů napájecích nebo zesilovacích vedení (stejně je stanoveno v zákoně pro energetická vedení vysokých napětí). V ochranném pásmu dráhy je nutné počítat s úpravou porostů s ohledem na jejich pádovou vzdálenost podle ČSN 34 1530 ed.2 tak, aby nedošlo k ohrožení dopravy ve smyslu zákona o drahách č. 266/94 Sb. Pro jednotný postup při projednání úprav porostů by bylo vhodné konkretizovat tento požadavek např. ve směrnici k zákonu. Cílem je umožnit v ochranném pásmu dráhy nejen bezproblémové kácení lesních nebo mimolesních porostů, podle jejich výšky v závislosti na vzdálenosti od koleje, ale i určit vhodné druhy porostů tak, aby nebyl ohrožen průjezdný prostor koleje při optimálních nákladech na údržbu. V ochranném pásmu dráhy je nutné dát majitelům pozemků jasné podmínky pro pěstování nebo údržbu porostů a stanovit sankce v případě jejich neplnění.

3.5.3 Závěr

K uvedeným otázkám v této části studie projektant doporučuje zpracovat teoretické podklady, které by vedly ke kvalitnímu návrhu a prokázaly by efektivnost řešení. Základem realizace trakčního vedení TV pro VRT je zpracování vzorové dokumentace systému TV v souladu s ČSN EN 50119 ed.2 a to za použití kvalitních materiálů, ověřených součástí a při přesné a kvalitní montáži. Následně je nutné umět parametry TV a koleje měřit, vyhodnotit a zajistit jejich dodržení při převzetí díla a v provozu.

3.6 Napájení a silnoproudá technologie

Pro všechny varianty tras v této studii platí z hlediska problematiky trakčního vedení požadavek řešit napájení trolejových vedení pomocí nových trakčních napájecích stanic.

Pro napájení TV nových tratí je nutné dodržet následující požadavky:

- pro tratě VRT nebo pro tratě s rychlostí nad 200 km/h se navrhuje střídavá trakční soustava AC,
- minimalizovat délku úseku jednostranného napájení TV,
- zastupitelnost napájecích stanic,
- možnost připojení na energetickou síť a silniční komunikaci.

Umístění styku trakčních soustav DC/AC jsou uvažována dvě - v lokalitě žst. Praha-Běchovice a v místě spojovací tratě výh. Vykáň – trať 011 (napojení do 1.TŽK).

Silnoproudá technologická zařízení tvoří obecně v přípravě staveb na železničních drahách celostátních a regionálních následující oblasti:

- technologie rozvoden VVN/VN (energetika)
- silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic (měníren, trakčních transformoven)
- silnoproudá technologie trakčních spínacích stanic
- technologie transformačních stanic vn/nn
- silnoproudá technologie elektrických stanic 6 kV, 50 Hz pro napájení zabezpečovacího zařízení (NTS, STS, TTS)
- provozní rozvod silnoproudu
- napájení zabezpečovacích a sdělovacích zařízení z trakčního vedení
- elektrické předtápěcí zařízení (EPZ)

V rámci řešené územně technické studie je dle rozsahu stavby a variant sledována problematika oblastí:

- silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic (měníren, trakčních transformoven)
- silnoproudá technologie trakčních spínacích stanic
- technologie transformačních stanic vn/nn
- silnoproudá technologie elektrických stanic 6 kV, 50 Hz pro napájení zabezpečovacího zařízení (NTS, STS, TTS)
- napájení zabezpečovacích a sdělovacích zařízení z trakčního vedení

Zajištění napájecích bodů na úrovni 110 kV pro trakční napájecí stanice je důležitou součástí návrhu situování trakčních napájecích stanic. Situování trakčních napájecích a spínacích stanic vychází z energetických výpočtů a výsledná pozice napájecích stanic bude dále upřesňována dle možností vhodných pozemků a zejména možností připojení na energetickou distribuční soustavu. S energetickými společnostmi je nutné jednat ve fázi přípravy (stupeň přípravná dokumentace) s jasným časovým horizontem realizace stavby a možností financování připojovacího poplatku v rámci smlouvy o připojení již ve fázi PD.

3.7 Sdělovací a zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení je uvažováno elektronické 3.kategorie, s aplikací evropského vlakového zabezpečovače ETCS minimálně druhé úrovně (level 2), kde je trať rozdělena na prostorové oddíly. Odstup od předchozího vlaku je systémem automaticky udržován tak, aby vlak stihl bezpečně zastavit i v případě, kdyby předchozí vlak náhle zůstal stát, což by mohlo přicházet v úvahu zejména při neočekávané události. Zásadním rozdílem oproti běžným tratím nevybavených ETCS je to, že není definována zábrzdna vzdálenost a prostorové oddíly mohou být podle potřeby i výrazně kratší než je běžné.

Sdělovací zařízení pro všechny varianty je možné rozdělit na zařízení v celé délce řešené trati a zařízení zajišťující provoz v tunelu. V tunelu se navrhuje zařízení, které je specifické pro provoz tunelu, jako je radiové pokrytí tunelu signálem pro složky IZS a protipožární řešení v tunelech.

3.8 Pozemní komunikace

Součástí technického řešení je i návrh na způsob řešení kolizních míst křížení s pozemními komunikacemi. Křížené komunikace jsou navrženy k přeložení. Výjimečně je navrženo zrušení místních komunikací v místech, kde lze spojnicí nahradit jiným způsobem (sloučení s jinou komunikací). Navrhovaná opatření na síti pozemních komunikací jsou patrná z výkresových příloh (situace 1:10 000).

Součástí stavby vysokorychlostní stavby bude dále obslužná komunikace podél tratě (např. jako součást zemního tělesa), sloužící pro potřeby správce a eventuálně složek IZS v případě cvičení nebo mimořádné události. Po obslužné komunikaci budou zároveň napojeny portály jednotlivých tunelů, případně další zařízení na trati (trakční měnírny, jednotlivé dopravní, zázemí pro údržbu atd).

4 DOPRAVNĚ TECHNOLOGICKÉ UKAZATELE

4.1 Rozsah dopravy

4.1.1 Vstupní rozsah dopravy

Tato územně technická studie neobsahuje přepravní prognózu. Možný rozsah výhledové dopravy vychází z představ zadavatele a objednatelů osobní dopravy, případně názoru dalších. Výchozí rozsah dopravy navazuje na dříve zpracované studie VRT Praha – Benešov, VRT Benešov – Brno a Vyhodnocení vlivu tras RS zapojených do ŽUP na udržitelný rozvoj území.

Pro posuzovanou „severní“ variantu VRT Praha – Havlíčkův Brod se jmenovitě předpokládá vedení následujících linek a intervaly (intervaly uváděny v pořadí špička/sedlo):

- Ex Praha hl. n. – Brno hl. n. – Ostrava / Bratislava / Ostrava / Wien, interval 15/30 minut, 52 párů vlaků, vysokorychlostní vozba ($V_{\max} = 350$ km/hod);
- Ex Praha hl. n. – Ostrava / Zlín, interval 30/60 minut, 26 párů vlaků, vysokorychlostní vozba ($V_{\max} = 300$ km/hod);
- R Praha hl. n. – Brno hl. n., interval 60/120 minut, 13 párů vlaků, vlaky (jednotky) $V_{\max} = 230$ km/hod;
- R Praha hl. n. – Jihlava město – Znojmo/Třebíč, interval 60/120 minut, 13 párů vlaků, vlaky (jednotky) $V_{\max} = 230$ km/h;

Kromě toho je částí dotčeného úseku vedena linka:

- R (linka R11) Brno – Jihlava – Jindřichův Hradec – České Budějovice, interval 60/120 minut, 13 párů vlaků, po VRT veden pouze v úseku Brno – Jihlava, zastavuje ve stanicích VRT (žst. Velké Meziříčí VRT), klasická vozba s maximální rychlostí do 200/230 km/h.

Z přehledu vyplývá, že ve špičkové hodině se předpokládá provoz **8 párů vlaků**. Tento počet může být ještě navýšen o vlaky dalších operátorů, které by byly provozovány nikoliv na základě objednávky, nýbrž jako komerční produkt, tzv. na podnikatelské riziko. Na druhou stranu výše uvedený rozsah provozu, který představuje spíše maximální možný rozsah, není nijak garantován a ve skutečnosti může být nižší.

4.1.2 Upravený rozsah dopravy

Jako alternativa k výchozímu rozsahu dopravy byl proto zpracován „nižší scénář“, a to v reakci na možnosti provázení vlaků (konstrukci grafikonu vlakové dopravy). U nižšího scénáře je redukován rozsah vysokorychlostní dopravy z 6 párů vlaků ve špičkové hodině na 3 páry.

Uvolněná kapacita je částečně využita pro trasování linky R9, obsluhující severní část kraje Vysočina (Havlíčkův Brod, Žďár nad Sázavou), která může využít VRT ve směru na Brno i na Prahu:

- R (linka R9) Praha hl. n. – Havlíčkův Brod – Křižanov – Brno, interval 60/60 minut, 18 párů vlaků, zastavuje ve stanicích VRT (žst. Velké Meziříčí VRT), klasická vozba s maximální rychlostí do 200/230 km/h.

Vyšší rozsah dopravy			počet vlaků v obou směrech							
úsek	druh	popis	délka m	kotouč. brzdy	V max **)	noc	den	celkem	relace	takt
Praha-Běchovice - výh. Vykáň traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Brno	15/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	30/60
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120
	Ex	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	6	78	84	Ex/IC/SC směr Olomouc	3x60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	4	52	56	R směr Brno (ČTf/HB)	2x60/120
	Sp	El.jednotka 6 vozů	170	100%	160	6	50	56	Sp Praha - Kolín/Kutná Hora	30/60
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						40	382	422		
výh. Vykáň - výh. Babice traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Brno	15/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	30/60
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						24	202	226		
výh. Babice - odb. Dobronín traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Brno	15/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	30/60
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						24	202	226		
odb. Dobronín - odb. Měšín traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Jihlava - Brno	30/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						20	150	170		
odb. Měšín - Velké Meziříčí traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Brno	15/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	30/60
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						24	202	226		
Velké Meziříčí - Brno hl.n. traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	12	100	112	Praha - Brno	15/30
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	30/60
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						24	202	226		
výh. Vykáň - Poříčany (odb. Tatce) traťová rychlost 200 km/h	Ex	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	6	78	84	Ex/IC/SC směr Olomouc	3x60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	4	52	56	R směr Brno (ČTf/HB)	2x60/120
	Sp	El.jednotka 6 vozů	170	100%	160	6	50	56	Sp Praha - Kolín/Kutná Hora	30/60
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						18	180	198		
*) alternativně možno uvažovat Vmax pouze 300 km/h										
**) maximální rychlost vlakových souprav, která může být omezena traťovou rychlostí (např. v traťových spojkách / sjezdech z VRT)										

Tabulka 4.1 – Výchozí návrh rozsahu dopravy – vyšší scénář

Tabulka 4.1 – Výchozí návrh rozsahu dopravy – vyšší scénář

Nižší rozsah dopravy				počet vlaků v obou směrech							
úsek	druh	popis	délka m	kotouč. brzdy	V max **)	noc	den	celkem	relace	takt	
Praha-Běchovice - výh. Vykáň traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	6	32	38	Praha - Havlíčkův Brod - Brno	60/60	
	Ex	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	6	78	84	Ex/IC/SC směr Olomouc	3x60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	4	52	56	R směr Brno (ČTf/HB)	2x60/120	
	Sp	El.jednotka 6 vozů	170	100%	160	6	50	56	Sp Praha - Kolín/Kutná Hora	30/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						40	346	386			
výh. Vykáň - výh. Babice traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	6	32	38	Praha - Havlíčkův Brod - Brno	60/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
výh. Babice - odb. Dobronín traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						18	134	152			
odb. Dobronín - odb. Měšín traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						14	82	96			
odb. Měšín - Velké Meziříčí VRT traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						18	134	152			
Velké Meziříčí VRT - Brno hl.n. traťová rychlost 350 km/h *)	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	50	56	Praha - Brno	30/60	
	Ex	vysokorychlostní jednotka 200m	200	100%	350	6	32	38	Praha - Brno - Ostrava/Zlín	60/60	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	6	32	38	Praha - Havlíčkův Brod - Brno	60/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
výh. Vykáň - Poříčany (odb. Tatce) traťová rychlost 200 km/h	Ex	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	6	78	84	Ex/IC/SC směr Olomouc	3x60/120	
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	200	4	52	56	R směr Brno (ČTf/HB)	2x60/120	
	Sp	El.jednotka 6 vozů	170	100%	160	6	50	56	Sp Praha - Kolín/Kutná Hora	30/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						18	180	198			
						8	32	40			
výh. Babice - Havlíčkův Brod traťová rychlost 200 km/h	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	6	32	38	Praha - Havlíčkův Brod - Brno	60/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
Křižanov - Velké Meziříčí VRT traťová rychlost 200 km/h	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	6	32	38	Praha - Havlíčkův Brod - Brno	60/60	
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC		
						8	32	40			
*) alternativně možno uvažovat Vmax pouze 300 km/h											
**) maximální rychlost vlakových souprav, která může být omezena traťovou rychlostí (např. v traťových spojkách / sjezdech z VRT)											

Tabulka 4.2 – Výchozí návrh rozsahu dopravy – nižší scénář

UZEL JIHLAVA - pro obě varianty rozsahu provozu					počet vlaků v obou směrech					
úsek	druh	popis	délka m	kotouč. brzdy	V max **)	noc	den	celkem	relace	takt
odb. Dobronín - odb. Bedřichov	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	traťová rychlost 200 km/h	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						6	52	58		
odb. Bedřichov - odb. Měšín	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	traťová rychlost 200 km/h	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						6	52	58		
odb. Bedřichov - Jihlava	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	4	52	56	Praha - Jihlava - Brno	60/120
	R	traťová rychlost 200 km/h	200	100%	230	2	26	28	Praha - Jihlava - Třebíč/Znojmo	60/120
	R	souprava loko + 7 vozů nebo el.jednotka	200	100%	230	2	26	28	České Budějovice - Jihlava - Brno	60/120
	Mn	dieselová trakce - údržba tratě a trakce	40	0%	20	2	0	2	vozidlo SŽDC	
						10	104	114		
*) alternativně možno uvažovat Vmax pouze 300 km/h **) maximální rychlost vlakových souprav, která může být omezena traťovou rychlostí (např. v traťových spojkách / sjezdech z VRT)										
Tabulka 4.3 – Výchozí návrh rozsahu dopravy – oblast Jihlavska										

Počty vlaků a jejich technické parametry (traťová rychlost, délka) jsou navrženy pouze rámcově a mohou být v navazujících fázích změněny. Důležitým podkladem bude přepravní prognóza (zpracování není součástí této ÚTS), na jejímž základě bude ověřen provozní koncept i parametry jednotlivých vlaků.

4.2 Výpočet jízdních a cestovních dob

4.2.1 Vysokorychlostní jednotka a její vlastnosti

Pro výpočet je použita fiktivní vysokorychlostní jednotka s následujícími vlastnostmi: délka 200 m, 8 vozů – typově odpovídá jednotkám Zefiro, Velaro E nebo Frecciarossa 1000. V případě kloubové jednotky s Jacobiho podvozky by se jednalo o soupravu s 10 vozy – typově odpovídá jednotkám TGV, KTX Rotem, ale v tomto případě není distribuovaný pohon. Hmotnost plně obsazené a vyzbrojené jednotky 485 t, nápravový tlak ≤ 17 t. Maximální rychlost 350 km/h, jmenovitý trakční výkon 9,0 MW (= měrný výkon 20 kN / 1 t plně vyzbrojené neobsazené jednotky), distribuovaný pohon – 50 % náprav je hnacích, adhezní hmotnost je 225 t. Ke jmenovitému trakčnímu výkonu je potřeba přičíst ztráty na trakčních motorech, měničích, transformátorech, na sběrači a příkony pro vedlejší spotřebu. To znamená, že vozidlo celkem odebírá z troleje cca 11,0 MW. Součinitel rotujících hmot je uvažován v hodnotě 0,05. Pro výpočet součinitele adheze byl použit vzorec podle Curtius – Knifflera, součinitel využití adheze je uvažován v hodnotě 0,9. V případě vysokorychlostních jednotek však není adhezní omezení rozhodující, rozhodující je výrobcem uvedená maximální tažná síla. Ta např. činí 328 kN (Velaro pro RŽD), 370 kN (V300 Zefiro), 210 kN (KTX Rotem). V našem případě je uvažována hodnota 280 kN, což odpovídá jednotce Velaro E.

Pro výpočet vozidlového odporu jsou uvažovány tyto hodnoty:

- konstantní složka $a = 1,0$ a
- lineární koeficient $b = 0,002$.

Pro výpočet kvadratického koeficientu (aerodynamický odpor) byly uvažovány tyto hodnoty:

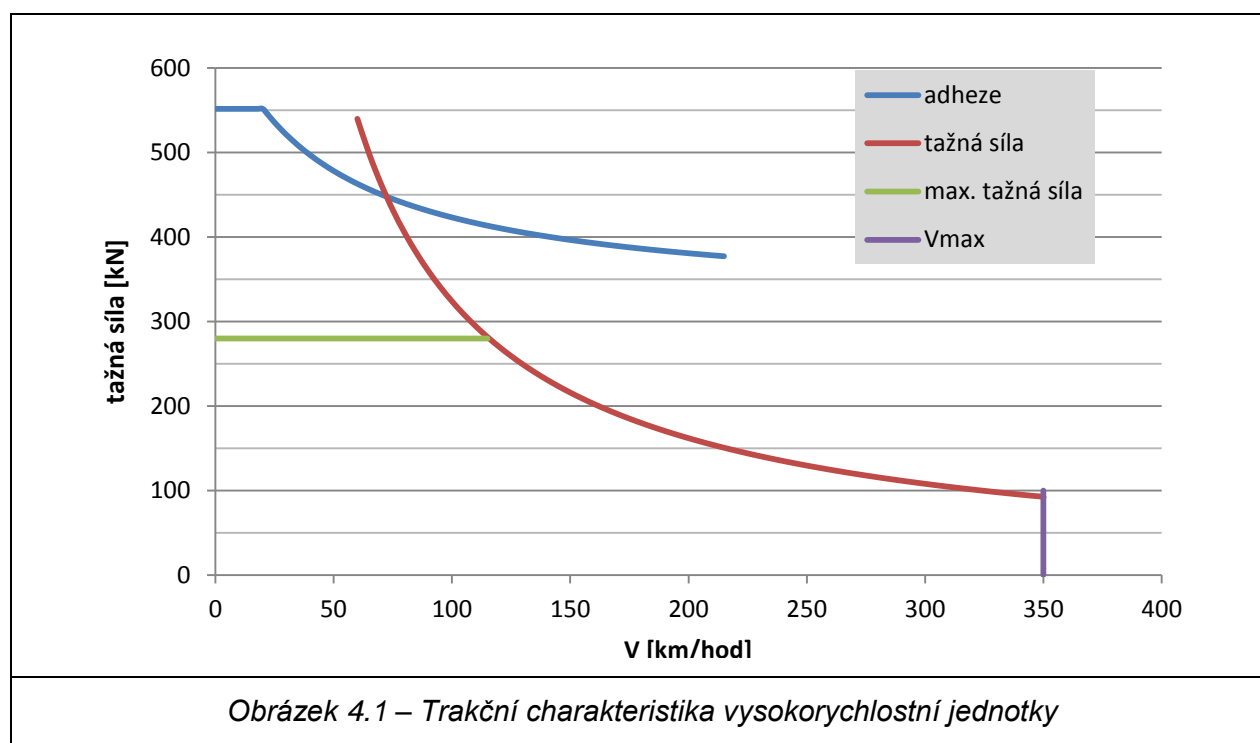
- tvarový součinitel $C_x = 1,05$,
- plocha průřezu vozidla $11,5 \text{ m}^2$,
- měrná hustota vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.

Vzorec pro vozidlový odpor je $W_v = 1,0 + 0,002 \cdot V + 0,000119 \cdot V^2 \text{ [N / kN]}$.

Dále jsou zohledněny následující požadavky TSI „Kolejová vozidla“ 2002/735/ES:

- pro zajištění řádné kompatibility s ostatním vlakovým provozem musí být střední minimální zrychlení vypočítané v průběhu času na rovné trati $0,48 \text{ m/s}^2$ pro rychlost 0 až 40 km/h, $0,32 \text{ m/s}^2$ pro rychlost 0 – 120 km/h a $0,17 \text{ m/s}^2$ pro rychlost 0 – 160 km/h;
- pro zajištění dostatečného trakčního výkonu, nesmí využití adheze překročit tyto hodnoty: při rozjezdu a dále až do rychlosti 100 km/h 25 %¹, při 200 km/h 17,5 %.

Trakční charakteristika pro tento vlak má následující tvar:



¹ při tomto administrativním snížení hodnoty součinitele adheze již nebyl uplatněn součinitel využití adheze

4.2.2 Jízdní a cestovní doby

Kromě vysokorychlostní jednotky popsané v předchozí kapitole byly pro výpočet jízdních dob uvažovány tyto charakteristické vlaky:

- Ex/R – $V_{\max} = 200$ km/h, lokomotiva řady 380, hmotnost plně obsazené soupravy 385 t odpovídá 7vozové soupravě, jízdní odpor R_k (zhruba odpovídá jednotce RailJet);
- Ex/R – $V_{\max} = 230$ km/h, 7vozová jednotka řady 680 (Pendolino) – spíše jako vzorový vlak, v praxi mohou být nasazeny jiné jednotky a s jinou kapacitou, ale předpokládají se podobné dynamické vlastnosti.

Jízdní doby jsou počítány programem VlaDyka 1.12.3 se zohledněním odporů z tunelu v adekvátních hodnotách náležejících vysokým rychlostem, použitým vozidlům atd. Takto získaná teoretická jízdní doba je opatřena lineární přírážkou ve výši 14 % pro vlaky využívající rychlostí nad 200 km/h (HST) a ve výši 9 % pro vlaky kategorie Ex atd. provozované do maximální rychlosti 200 km/h. V případě úseků konvenční sítě s rychlostí do 160 km/h, bylo použito standardní přírážky ve výši 4 %. Výše přírážek, resp. metodika přírážkování teoretických jízdních dob běžná na síti SŽDC, s. o., je upravena ve shodě se závěry studie „Provozní řešení páteřní železniční sítě s využitím vysokorychlostních tratí“ na hodnoty výše uvedené. Je tedy až na výjimky opuštěna aplikace standardní hodnoty 4 % (případně dalších hodnot dle UIC 451-1), běžně uplatňované na síti do maximální traťové rychlosti 160 km/h a související zaokrouhlování jízdních dob vzestupně na 0,5 minuty. Důvodem k úpravě, resp. doplnění metodiky přírážkování teoretických jízdních dob je předpoklad většího rizika odchylek od pravidelné jízdní doby se zvyšujícími se provozními rychlostmi vlaků na trase s běžnými sklony do 20 ‰. Především vlivem sklonových poměrů dochází v mnoha úsecích k propadům rychlosti (ještě znatelnější při současném průjezdu tunely) a tyto propady jsou dle trakčních schopností následně vyrovnávány. Výše uvedené principy byly již uplatněny a odsouhlaseny ve studii VRT Praha – Brno, var. J (SUDOP PRAHA a.s., 06/2010).

Jízdní doby pro jednotlivé druhy vlaků a zvláště pro varianty HB1 a HB2a jsou uvedeny na následujících stránkách. Byly počítány do styčného bodu s jižní, „benešovskou“ trasou N13, aby byla možnost vzájemného porovnání. Rozdíly jsou v desetínách minuty, nanejvýš činí několik minut. Kromě toho jsou vyčísleny jízdní doby na trase Praha – Havlíčkův Brod, i když se v základním schématu se zajištěním vysokorychlostních vlaků do Havlíčkova Brodu nepočítá.

Přehled jízdních dob je uveden v příloze P.4 této zprávy. Znázorněny jsou jízdní doby vypočtené pro trasy HB1 a HB2a a k nim je provedeno porovnání s trasou N13 z předchozí ÚTS VRT Benešov – Brno.

4.3 Zabezpečení jízd vlaků, kapacita tratě

4.3.1 Základní principy

Při aplikaci evropského vlakového zabezpečovače ETCS druhé úrovně (level 2) je trať rozdělena na prostorové oddíly. Odstup od předchozího vlaku je systémem automaticky udržován tak, aby vlak stihl bezpečně zastavit i v případě, kdyby předchozí vlak náhle zůstal stát, což by mohlo přicházet v úvahu zejména při neočekávané události. Zásadním rozdílem oproti běžným tratím nevybavených ETCS je to, že není definována zábrzdňá vzdálenost a prostorové oddíly mohou být podle potřeby i výrazně kratší než je běžné.

To umožňuje zkrátit odstup následných vlaků a tím zvýšit propustnost tratě. Informace o poloze vlaku spolu s jeho aktuální rychlostí a dalšími údaji jsou vysílány do radioblokové centrály (RBC), která vyhodnocuje situaci zejména s ohledem na polohu předchozího vlaku, připravenost vlakové cesty, plánovaná místa zastavení a dalších údajů a následně vlak dostává z RBC zpět takzvané oprávnění k jízdě do další části tratě. Kromě toho jsou údaje o okamžité rychlosti vysílány do RBS kontinuálně s polohou vlaku, která se vypočítává podle polohy poslední balízy a od ní ujeté vzdálenosti. V tomto případě je přijatelná nepřesnost nepřekračující hodnotu $5\text{ m} + 5\%$ vzdálenosti od poslední balízy.

V případě potřeby dostává vlak pokyn ke snížení rychlosti, čili brzdňý systém se uvádí do činnosti. Právě kalkulace a stanovení brzdňých křivek je velmi důležitou součástí principu fungování ETCS. Ty se stanovují podle skutečných brzdících procent každého jednotlivého vlaku, jakmile je přihlášen do systému. Při potřebě snížit rychlost se přihlíží nejenom k brzdňé dynamice, ale také k charakteru vpředu ležícího úseku tratě (spád, stoupání).

Je potřeba zdůraznit, že zde nastává spolupráce a také dělba zodpovědnosti mezi provozovatelem vozidla, které je vybaveno vozidlovou částí ETCS (a je tedy jeho majetkem) a manažerem infrastruktury, v jehož správě je trať včetně pevných zařízení ETCS. Přitom vozidlo může přecházet i na síť jiných správců infrastruktury a vozidlová část ETCS musí spolehlivě spolupracovat i s pevnými zařízeními ETCS, jimiž jsou tratě jiných správců vybaveny, včetně možných odchylek v požadavcích na bezpečnostní zálohy (tzv. národní hodnoty ETCS). Proto hlavní podmínkou je, aby chování vlaku z pohledu dodržování brzdňých křivek bylo plně předvídatelné.

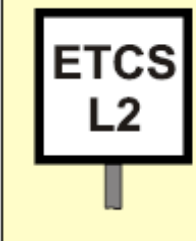


Zařízení na vozidle neustále zobrazuje na displeji dovolenou rychlost v následujícím úseku trati a strojvedoucí by měl tuto rychlost vlaku udržovat co nejtěsněji. Pokud strojvedoucí nereaguje na pokyn ke snížení rychlosti, je tento pokyn ještě jednou opakován za pomoci výraznější vizualizace a zvukové výstrahy a jestliže ani potom strojvedoucí nereaguje, zařízení přebírá vedení vlaku a brzdí podle křivky nouzového brzdění.

V běžném provozu se však brzdňá křivka, která je spolurozhodující pro odstup dvou následných vlaků, odvozuje od normálního provozního brzdění. Z tohoto principu vycházejí i výpočty v této studii. Existují i názory, že odstup následných vlaků lze zkrátit a využít křivku nouzového brzdění s podstatně vyšší hodnotou brzdňého zpomalení. V tomto případě se vychází z předpokladu, že odstup následného vlaku se může od předchozího zkrátit, protože však i předchozí vlak brzdí provozním brzděním, tak není důvod, aby se odstup náhle snížil. Samozřejmě kromě neočekávaných událostí, a právě v těchto situacích by následující vlak využil jako mimořádné řešení křivku nouzového brzdění.

Použití brzd využívajících ke zpomalení vířivých proudů je možnost, jak dobu, resp. dráhu nouzového brzdění zkrátit. U těchto brzd nedochází k mechanickému tření a jsou nezávislé na adhezi mezi kolejnicí a kolem, což je výhodné při vysokých rychlostech a špatných adhezních podmínkách. Navíc odpadá opotřebení brzdných kotoučů. Nežádoucímu účinky těchto brzd jsou zahřívání kolejnic a tendence zvedat kolejnice.

4.3.2 Propustnost vysokorychlostní tratě, obecné podmínky

Tranzitní železniční koridory ČR budou postupně vybaveny zabezpečovačem ETCS 2, aby bylo dosaženo interoperability. Návěstní předpisy již na toto pamatují a definují například tyto návěsti:

		
vstup do oblasti ETCS úrovně 2	neproměnné návěstidlo ETCS, v podstatě označuje konec úseku, vozidlo ho nesmí projet v případech stanovenými provozními předpisy	výstupní hranice oblasti ETCS
Obrázek 4.2 – Příklad návěstí ETCS		

Tyto návěsti ovšem nejsou určeny pro tratě s provozem zabezpečeným pouze pomocí ETCS L2. Výpočet propustnosti na vysokorychlostních tratích není v podmínkách České republiky upraven žádným předpisem. Přiměřeně lze aplikovat výsledky studie „Zavedení Evropského systému ERTMS/ETCS na tratě zařazené do Evropské sítě TEN-T v ČR“ (SUDOP PRAHA a.s., 2013 – autoři M. Raibr a T. Kafka), které jsou akceptovány i odbornými pracovníky SŽDC. Péči SŽDC, O12 je zpracováno i schéma „Příklad určení poloh vlaků pro výpočet následných mezidobí při vybavení tratě ETCS“ – není však součástí Směrnice SŽDC č. 104. Dále lze vycházet z obvyklých zásad, že následné mezidobí bude nejmenší hodnota z odjezdového, příjezdového a dílčích traťových mezidobí. Odjezdové mezidobí bude typicky rozhodující pro sled rychlý / pomalý a příjezdové mezidobí pro sled pomalý / rychlý. Kromě důležité role brzdných křivek přepočtených na délku a čas, které jsou potřebné k zastavení, je velmi důležité, jak dlouhé budou jednotlivé úseky. Podle zahraničních zkušeností činí obvyklá délka 1600 – 2000 m. Délka oddílu je dosti zásadní. V úsecích s traťovou rychlostí 300 – 350 km/h je tato délka přiměřená, ovšem pokud bychom stejnou délku oddílů zachovávali i tam, kde se trať zužuje do městských aglomerací a traťová rychlost klesá a pak dále klesá při vjezdu do místa zastavení, tak to by mělo negativní dopady na následné mezidobí a propustnost.

Např. projetí oddílu o délce 1600 m rychlostí 70 km/h trvá 83 s, zatímco projetí téhož oddílu rychlostí 350 km/h trvá 17 s. Proto se kvůli dosažení co nejkratšího následného mezidobí doporučuje s klesající rychlostí úměrně zkracovat i prostorové oddíly. A sice tak, že doba potřebná na projetí oddílu je konstantní. Jako příklad zkusmo zvolíme hodnotu 2000 m pro úseky s rychlostí 300 km/h a vyšší a u ostatních částí tratě hodnoty, které zhruba odpovídají době 15 s, potřebné na projetí jednoho oddílu:

traťová rychlost	délka oddílu ETCS	traťová rychlost	délka oddílu ETCS
60	250	160	700
80	350	180	750
100	450	200	850
120	500	250	1100
140	600	300 – 350	2000
<i>Tabulka 4.4 – Délky oddílů ve vztahu k traťové rychlosti</i>			

Ideálně by délky oddílů měly být vztaženy spíše k reálně dosažitelné než traťové rychlosti, ale takové podrobné dořešení této problematiky bude námětem pro další odborné práce v oblasti přípravy systému RS/VRT v České republice. Rovněž tak se v praxi bude v úsecích s konvenčním návěštěním nepochybně přihlížet k polohám hlavních návěstidel.

4.4 Schéma provázení vlaků

Provozní řešení vychází z předem stanovených počtů vlaků a jejich kategorií. V rámci územně technické studie nebyla zpracovávána přepravní prognóza a rozsah dopravy nebyl posouzen z hlediska potenciálního přepravního využití. Uvažovaný rozsah dopravy tak lze chápat jako návrhový – tedy takový, na který jsou navrhovány jednotlivé prvky železniční infrastruktury.

Vzhledem k variabilitě technického řešení je základní provozní koncept nastíněný v části kapitoly 4.1.1 mírně modifikován podle toho, jakým způsobem je trať zaústěna do žst. Jihlava a současně se tyto koncepty liší zapojením žst. Havlíčkův Brod.

V přílohách P.7.1 až P.7.3 je znázorněn základní návrh možného provázení vlaků (bez zohlednění návazností na okolní síť a okolní podmínky konstrukce grafikonu vlakové dopravy).

Pro nižší rozsah dopravy lze konstatovat, že vlaky lze trasovat v navrhovaném rozsahu a navrhované skladbě (zejména s ohledem na jejich rychlostní parametry).

Pro vyšší rozsah dopravy bylo zpracováno schéma ve var. 300, které předpokládá rovnoběžný provoz dvou nejvyšších kategorií vlaků Ex v rychlosti 300 km/h. Toto schéma již klade velké nároky na následné mezidobí v železničních uzlech – až 2,0 minuty. Vzhledem k poměrně dlouhému úseku Praha – Havlíčkův Brod je kladen také vyšší nárok na parametry tras vlaků nižších segmentů – rychlost 230 km/h.

Pro vyšší rozsah dopravy bylo zároveň zpracováno schéma ve var. 350, které předpokládá nerovnoběžný provoz dvou nejvyšších kategorií vlaků Ex - v rychlosti 300 a 350 km/h. Toto schéma již klade velké nároky na následné mezidobí v železničních uzlech – až 2,0 minuty. Vzhledem k poměrně dlouhému úseku Praha – Havlíčkův Brod je kladen také vyšší nárok na parametry tras vlaků nižších segmentů – rychlost 230 km/h. Zároveň se projevuje negativum různých rychlostí – dojíždění vlaků v oblasti Havlíčkovobrodská. To je částečně řešeno předjížděním vlaků, částečně odklonem na stávající trať v úseku Havlíčkův Brod – Jihlava (což umožní zároveň obsloužit obě tyto destinace).

5 ZAPOJENÍ VRT DO ŽELEZNIČNÍHO UZLU PRAHA

Tato kapitola popisuje možnosti a limity napojení VRT Praha – Havlíčkův Brod – Brno do železničního uzlu Praha (ŽUP). Z pohledu technického je rozsah návrhu omezen na oblast Praha-Libeň – Praha-Běchovice. Z pohledu dopravně-technologického je řešení rozšířeno i o posouzení kapacity úseku Praha hl. n. – Praha-Libeň včetně obou koncových stanic tohoto úseku.

5.1 Technické řešení

Návrh technického řešení navazuje na výchozí stav infrastruktury, tj. stav v době předpokládaného zahájení výstavby VRT Praha – Brno.

Pro technický návrh řešení je jako základní opatření navrženo zkapacitnění úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice, které je nezbytné pro zajištění požadovaného rozsahu osobní dopravy. Do základního návrhu je zahrnuta i úprava konfigurace kolejiště v ŽST Praha-Libeň v oblasti nástupišť, stejně tak i zvýšení průjezdné kapacity ŽST Praha-Běchovice.

Pro zkapacitnění tohoto úseku pro nákladní dopravu, kdy v době dopravní špičky bude velmi obtížné postavit vlakovou cestu nákladnímu vlaku z nákladního obvodu ŽST Praha-Libeň do Běchovic, jsou navrženy 2 alternativy řešení: spojka Lísková a spojka Jahodnice. Obě tyto spojky využívají existenci přesmyku Libeň – Malešice (ve výchozím stavu) a dokáží tak odstranit kolizní místa při úrovňovém křížení s intenzivní osobní dopravou v Praha-Libeň – Praha-Běchovice.

5.1.1 Výchozí stav

Výchozí stav železniční infrastruktury v době předpokládaného zahájení stavby VRT je definován na základě informací od zadavatele. V dané oblasti se pro výchozí stav počítá se zachováním stávající železniční infrastruktury s tím, že budou realizovány (dokončeny) následující stavby:

- Modernizace traťového úseku Praha-Libeň – Praha-Malešice, I. stavba
- Modernizace ŽST Praha Masarykovo nádraží
- ŽST Praha hlavní n., rekonstrukce zastřešení nástupišť I-IV

Nad výše uvedené stavby návrh počítá s možností výhledového zkapacitnění úseku Praha-Libeň – Praha-Malešice (plné zdvoukolejnění tohoto mezistaničního úseku).

5.1.2 ŽST Praha-Libeň

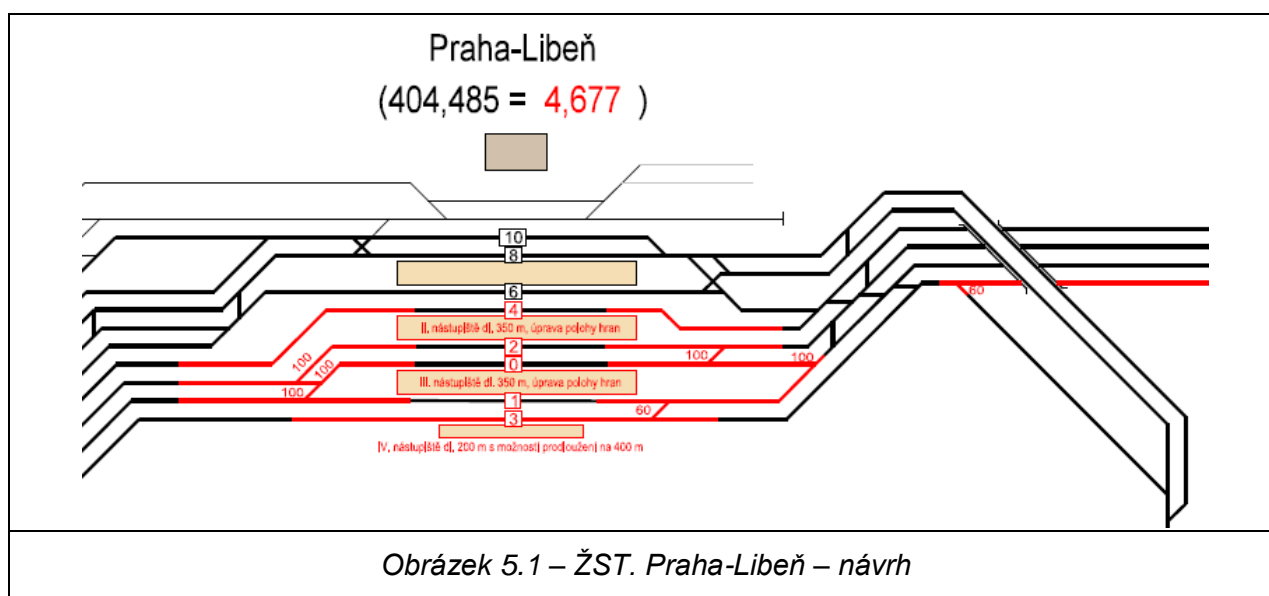
Navržené řešení odráží potřeby na zkapacitnění osobní části stanice a návaznosti na čtyřkolejný úsek směr Běchovice. Navrženy jsou následující změny:

- nové boční IV. nástupiště,
- nové střední zhlaví se štíhlými výhybkami pro rychlost 100 km/h (traťová rychlost) pro obsluhu nulté koleje,
- úprava běchovického zhlaví, zvýšení rychlosti do nulté koleje na rychlost 100 km/h.

Nová konfigurace této části stanice umožní následující využití kolejí s nástupištní hranou:

- 3. a 4. kolej: výhradně pro příměstské a regionální (zastávkové) vlaky v trase Praha-Masarykovo nádraží – Kolín,
- 1. a 2. kolej: výhradně pro dálkové vlaky v Prahy hl. n. a to jak ve směru na Kolín, tak ve směru na novou VRT Praha – Brno (a i pro opačný směr),
- 0. kolej: další hrana pro dálkovou dopravu pro oba směry s traťovou rychlostí 100 km/h, umožňující plynulý příjem vlaků, jedoucích v těsném sledu, kdy doba obsazení dopravní koleje je vyšší než následné mezidobí u dálkových vlaků,
- 6. a 8. kolej: bez změny pro příměstské vlaky v trase Praha-Holešovice – Praha-Malešice.

Úprava obou zhlaví si vyžádá úpravu obou jazykových částí II. a III. nástupiště. Schodiště a přístřešky na nástupištích zůstávají ve stávající poloze. Pro přístup na IV. nástupiště je navrženo prodloužení podchodu. Přístup na nástupiště je dvěma schodišťovými rameny a výtahem. S prodloužením podchodu je navržen výstup do ul. K Žižkovu.



5.1.3 Úsek Libeň – Běchovice

Jako nezbytné opatření pro zajištění dostatečné kapacity pro výhledovou osobní dopravu je navržena dostavba čtvrté koleje v úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice. Návrh počítá s přístavbou čtvrté koleje nalevo od stávajících 3 kolejí (ve směru stávajícího staničení), resp. napravo ve směru staničení VRT z Prahy hl.n. do Brna. Tato kolej je označena jako kolej č. 3.

Dopravní uspořádání je směrové. Prostřední koleje slouží pro dálkovou osobní dopravu (ve směru na Kolín i VRT Brno), krajní koleje jsou určeny pro městskou a příměstskou osobní dopravu a nákladní dopravu.

Geometricky je kolej navržena tak, aby na ní mohla být zavedena stejná traťová rychlost jako na ostatních kolejích, tj. při výjezdu z Libně $V = V_{130} = V_k = 100$ km/h, v km 5,7 až km 11,4 (zhlaví ŽST Praha-Běchovice) $V = 110$ km/h, $V_{130} = 120$ km/h, $V_k = 150$ km/h.

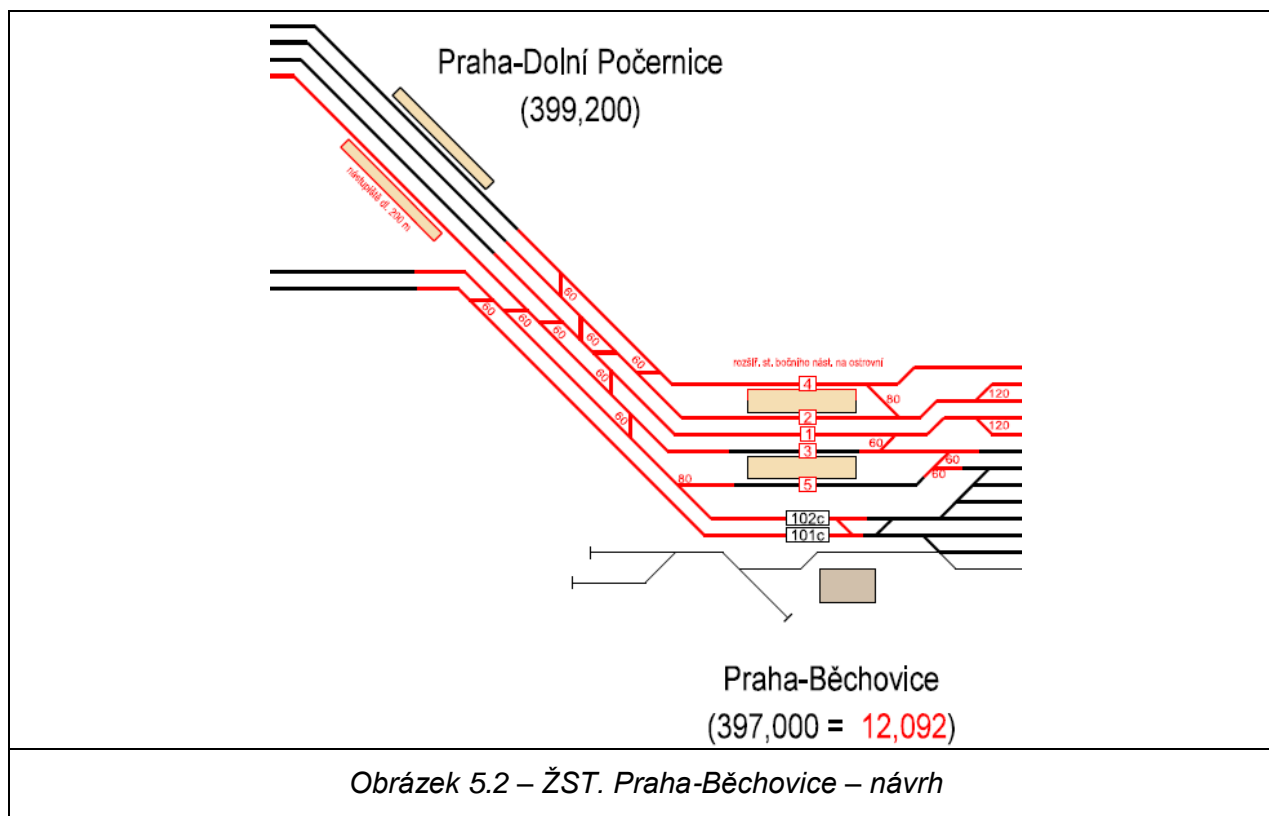
V ŽST Praha-Libeň kolej navazuje na 3. SK tak, že stávající odbočná kolej směr Malešice odbočuje výhybkou 1:12-500 a nová kolej je směrově upravena pro traťovou rychlost 100 km/h.

V mezistaničním úseku je nová kolej navržena souběžně se stávajícími, s proměnnou osovou vzdáleností 5,6 m až 9 m. Místy je změněna poloha i koleje č. 4 a to z důvodu zachování normou požadované osové vzdálenosti 5,6 m od dvoukolejné tratě, která má osovou vzdálenost 4,0 m.

V místě přesmyku Malešické tratě je již uvažováno s prostorovou rezervou pro tuto kolej a nejsou proto potřeba stavební úpravy na přemostění přesmyku. Větší osová vzdálenost je navržena v místech přemostění místních komunikací a vodotečí tak, aby bylo možné budovat pro novou kolej nové samostatné jednokolejné mosty bez zásahu do mostů stávajících.

Stávající nástupiště zastávek Praha-Kyje a Praha-Horní Počernice u dnešní koleje č.1 budou odstraněna. Nahrazují je nová nástupiště dl. 200 m u nově budované koleje. Nástupiště budou i ve výhledu pouze u vnějších kolejích, určených pro městskou a příměstskou osobní dopravu. S novými nástupišti jsou nově vybudovány i přístupy na ně.

5.1.4 ŽST Praha-Běchovice



Napojení do ŽST Praha-Běchovice od Libně je navrženo rozšířením zhlaví jižně o jednu kolej. To vyvolá přeložení zapojení malešické tratě o jednu osovou vzdálenost vně (jižně). Navržená konfigurace zhlaví odpovídá dopravní technologii ve stanici. Všechny pravidelné jízdy osobních

vlaků budou vždy v přímém směru bez nutnosti použití kolejových spojek. Obdobné to bude i u jízd nákladních vlaků, kde většina jízd bude opět v přímém směru. Z tohoto důvodů nový návrh zhlaví odstraňuje štíhlé (rychlé) spojky, ale nadále umožňuje propojení všech kolejí výhybkami tvaru 1:12-600 (všechny jízdy odbočkou rychlostí 60 km/h).

Průjezd ŽST Praha-Běchovice je navržena na rychlost $V = V_{130} = V_k = 120$ km/h.

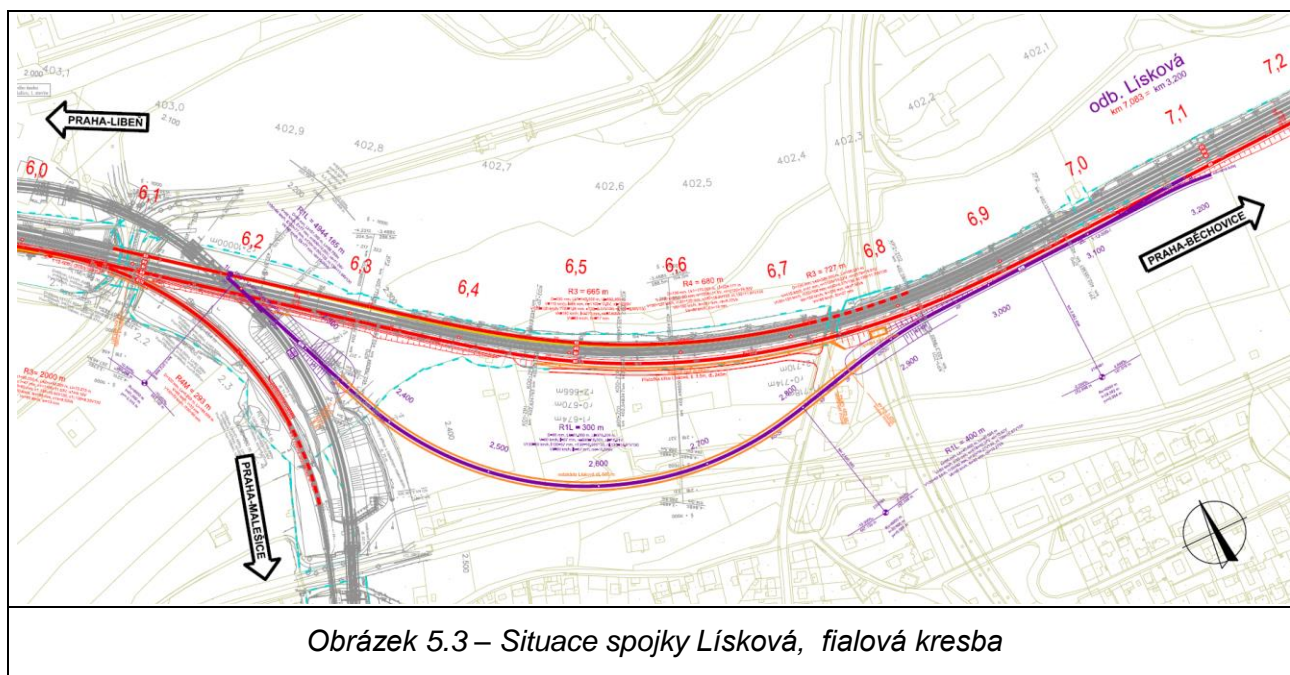
Ve stanici je navržena dostavba jedné 200 m dlouhé nástupištní hrany, a to rozšířením stávajícího bočního nástupiště u 2. SK na ostrovní nástupiště a výstavbou 4. SK u této nástupištní hrany.

5.1.5 Spojka Lísková

Jako jedna z možností zvýšení kapacity pro nákladní dopravu v úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice byla prověřována spojka Lísková. Tato spojka by umožnila jízdy nákladních vlaků z nákladního nádraží Libeň přes přesmyk do 3. traťové koleje směr Běchovice. Účelem této spojky by bylo umožnit jízdu nákladních vlaků z Libně do Běchovic v době přepravní špičky, tj. v době, kdy je provoz osobní dopravy v tomto úseku natolik hustý, že neumožňuje postavit vlakovou cestu nákladního vlaku přes všechny koleje na běchovickém zhlaví ŽST Praha-Libeň.

Jednokolejná spojka Lísková navazuje na přesmyk malešické trati, odbočuje výhybkou 1:12-500 na mostě přesmyku a stáčí se obloukem o poloměru 300 m zpět k hlavní trati Libeň – Běchovice, kde se v km 7,117 napojuje výhybkou 1:12-500 do traťové koleje č. 3.

Spojka byla navržena na rychlost 60 km/h a její délka by byla cca 1080 m. Spojka byla navržena ve sklonu (ve směru jízdy v klesání) 10 ‰. Hlavním stavebním objektem spojky je estakáda Lísková délky 500 m.



Estakáda Lísková

S ohledem na směrové a výškové poměry navrhované trati, výšku na terénu a povahu překračovaných překážek lze navrhnout mostní konstrukci maximálně úspornou a nenáročnou na údržbu.

Most je navržen jako jednokolejný, za vhodné statické schéma lze považovat sérii spojitých nosníků jednotlivé délky cca 90 m. To umožní navrhnout plně integrální konstrukci bez použití ložisek a dilatačních závěrů a zařízení.

Malá výška nad terénem a krátký poloměr směrového oblouku koleje definují vhodnou konfiguraci dílčí nosné konstrukce jako spojitý nosník o třech polích á 30 m, případně spojitý nosník o čtyřech polích á 22-23 m. Spodní stavba každého ze spojitých nosníků bude obsahovat jeden nečleněný zesílený brzdový pilíř, zbývající podpěry budou navrženy poddajné stěnové, na rozhraní spojitých nosníků se zdvojenými stěnami pro oddělené uložení každé z konstrukcí. Příčný řez musí být dostatečně tuhý v kroucení, v úvahu přichází ve variantě předpjatý beton jednotrámová či komorová konstrukce, ve variantě ocelobetonové spřažené vrchní stavby pak komorová konstrukce nebo patřičně ztužená dvoutrámová konstrukce.

Spojku Lísková se po konzultaci se zadavatelem nedoporučuje dále sledovat. Důvodem je její problematické začlenění do území, kdy je vedena na estakádě v blízkosti obytné zástavby. Z pohledu SŽDC tato spojka není akceptovatelná (viz záznam z jednání z 5.4.2016) z důvodu územní koliznosti v zastavěném území. Z výše uvedených důvodů není spojka dokladována ve výkresové části ani ve schématech.

5.1.6 Spojka Jahodnice

Druhou navrženou alternativní možností zvýšení kapacity pro nákladní dopravu v úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice je spojka Jahodnice. Tato spojka umožňuje jízdy nákladních vlaků z nákladního obvodu ŽST Praha-Libeň přes přesmyk a navazuje bezúvratově do traťového úseku Praha-Malešice – Praha-Běchovice. Účelem této spojky je, stejně tak jako u spojky Lísková, umožnit jízdu nákladních vlaků z Libně do Běchovic v době špičky, tj. v době, kdy je provoz osobní dopravy v tomto úseku natolik hustý, že neumožňuje postavit vlakovou cestu nákladního vlaku přes všechny koleje na běchovickém zhlaví ŽST Praha-Libeň.

Jednokolejná spojka Jahodnice odbočuje výhybkou z traťového úseku Praha-Libeň – Praha-Malešice v cca km 2,8 a pokračuje obloukem a tunelem k trati Praha-Malešice – Praha-Běchovice. V navrženém úseku je spojka ve stoupání 10,2 ‰ a oblouku o poloměru 335 m. V místě přiblížení se k trati Praha-Malešice – Praha-Běchovice je s ní vedena v cca 200 m dlouhém souběhu z důvodu dosažení výšky nivelety koleje této trati. Do trati je napojena obloukovou výhybkou ve stávajícím km 4,895 a kolejovou spojkou s rychlostí do odbočky 60 km/h. Délka spojky je cca 1200 m.

Odbočení spojky z trati úseku Praha-Libeň – Praha-Malešice je navrženo s ohledem na možné výhledové zdvoukolejnění do Malešic, tj. výstavbu druhého malešického tunelu.

Hlavním stavebním objektem spojky je tunel Jahodnice délky 410 m.

Tunel Jahodnice

Tunel Jahodnice je uvažován jako hloubený, jednokolejný s návrhovou rychlostí 60 km/h. Nadloží tunelu nad klenbou dosahuje maximálně cca 14 m. Tunel je v oblouku $R = 335$ m a v celé délce stoupá ve sklonu 10,2 ‰. Vjezdový severní portál je umístěn ve staničení km 3,040 v hlubokém zářezu vedle portálu stávajícího 358 m dlouhého Malešického tunelu postaveného v letech 1914 – 1919. Prostor před portálem je společný pro oba tunely, na straně nového tunelu je zajištěn zárubní zdí. Trasa obou tunelů se od vjezdového portálu hned výrazně odklání. V prostoru nad tunelem se nachází pole, louky, les a u vjezdového portálu navíc rodinný dům se zahradou (stavby tunelu si vyžádá jeho demolici) a místní komunikace. Geotechnické poměry se očekávají obdobné jako u stávajícího tunelu. Dle historických záznamů se jednalo o drobové břidlice místy s vložkami křemenných pískovců a křemenců letenského souvrství, během ražby se vyskytly potíže způsobené výrazným tektonickým porušením a poměrně vydatnými přítoky podzemní vody. Výjezdový jižní portál je ve staničení km 3,450 a je umístěn šikmo k zalesněnému svahu. Prostor před portálem bude tak zajištěn zárubní zdí pouze z jedné strany.

5.2 Dopravně-technologické posouzení

5.2.1 Výhledový rozsah dopravy při zaústění do uzlu ŽUP

Koncepce vedení vlaků osobní a nákladní dopravy při variantě VRT Praha - Havlíčkův Brod ve stopě přes Praha-Běchovice předpokládá pro řešený úsek Praha hl. n. - Praha-Běchovice jednotný provozní model:

- Vlaky dálkové osobní dopravy kategorie Ex350, Ex300 a R230 jsou vlaky s přechodem v oblasti Běchovic na novou VRT Praha - Brno,
- Vlaky dálkové osobní dopravy Ex200, SC200, IC200, R200 a Sp160 jsou vlaky, které v oblasti Běchovic rovněž přecházejí na novou VRT Praha - Brno, ale jen do prostoru Odb. Vykáň, odkud jsou vedeny novou dvoukolejnou elektrizovanou spojkou do oblasti Poříčany k napojení do směru stávající koridorové tratě do Kolína,
- Vlaky regionální osobní dopravy Os jsou vedeny po stávající koridorové trati z Běchovic přes Úvaly a Český Brod do Kolína.

Vlaky jsou vedeny ze ŽST Praha hlavní n. přes ŽST Praha-Libeň a Praha-Běchovice až na Odb. Vykáň v jednotném sledu bez předjíždění, a to vesměs v úseku Praha-Libeň - Praha-Běchovice po vnitřních traťových kolejích č. 1 a 2. Po vnějších traťových kolejích č. 3 a 4 jsou v úseku Praha-Libeň - Praha-Běchovice vedeny vlaky osobní dopravy kategorie Os a jsou zde situovány vnější nástupiště na zastávkách Praha-Kyje a Praha-Dolní Počernice. Po těchto traťových kolejích č. 3 a 4 jsou vedeny i vlaky nákladní dopravy.

Podrobnosti o druzích vlaků a jejich časových sledech jsou uvedeny v příloze P5 Kapacitní výpočty. Modelový grafikon není vydán z důvodů, že okrajových podmínek k jeho zkonstruování pro rok 2035 je příliš, o počtu řešených variant ani nemluvě. Kapacitní výpočty pro propustnost traťových kolejí jsou provedeny metodou počtu pravděpodobností a matematické statistiky v souladu s předpisem SŽDC D24 a sled vlaků v traťovém úseku je shodný se schématem provázení vlaků, uvedeným rovněž v příloze P5 Kapacitní výpočty.

V širších vztazích pro zapojení VRT do ŽUP je nutno se zmínit také o rozsahu osobní dopravy do ŽST Praha hlavní n. ve směru od severovýchodu, tedy z traťových směrů vedoucích přes Odb. Balabenka. Rozsah této dopravy, vedené v úseku Praha hlavní n. - Odb. Balabenka po traťových kolejích č. 301 a 302, je převzat ze studie „Územně technická studie VRT Praha - Litoměřice“ (IKP CE s.r.o. 11/2013) a zohledňuje:

- Linky dálkové dopravy:
 - EC Praha - Praha hl.n. - Ústí n/L - Dresden, interval 30 min,
 - IC Praha hl.n. - Ústí n/L - Děčín/Teplice - Litvínov, interval 30 min,
 - IC Praha hl.n. - Nová Ves - Most - Cheb, interval 60 min,
 - R Praha hl.n. - Nová Ves - Most - Kadaň město, interval 60 min,
 - R Praha hl.n. - Kralupy n/V - Roudnice/Litoměřice - Ústí n/L - Děčín, interval 30 min, (dvě různé větve po 60 min),
 - IC Praha hl.n. - Mladá Boleslav - Liberec, interval 30 min,
 - IC Praha hl.n. - Lysá n/L - Nymburk - Hradec Králové, interval 60 min,
 - R Praha hl.n. - Mladá Boleslav - Tanvald / Rumburk, interval 60 min,
 - R Praha hl.n. - Lysá n/L - Nymburk - Hradec Králové, interval 60 min,
- Linky regionální osobní dopravy:
 - Sp Praha hl.n. - Lysá n/L - Nymburk - Kolín/Jičín, interval 60 min,
 - Sp Praha hl.n. - Mladá Boleslav - Liberec, interval 60 min,
 - Sp Praha hl.n. - Neratovice - Všetaty - Mělník - Štětí, interval 30 min.

Podrobnosti o druzích vlaků těchto ramen a jejich vedení uzlem Praha hlavní n. jsou uvedeny v příloze P5 Kapacitní výpočty. Odlišně od rozsahu dopravy v úseku Praha hl. n. - Praha-Libeň (dva scénáře) je rozsah dopravy v úseku Praha hl.n. - Odbočka Balabenka v jediném scénáři.

5.2.2 Propustnost ŽST Praha hlavní nádraží

Provozní model pro provázení vlaků osobní dopravy přes ŽST Praha hlavní n. vychází z modelu průchozího nádraží s předpokladem, že všechny vlaky vedené do směrů Praha-Libeň (po kolejích č. 601 a 602) a a Odb. Balabenka (po kolejích č. 301 a 302) tranzitují na protilehlá traťová ramena směr Praha-Smíchov a Praha-Vršovice. Pro tyto vlaky jsou ŽST Praha-Vršovice nebo Praha-Smíchov stanicemi končícími, pokud vlaky odstupují (nastupují) do odstavných nádraží. Z technologického hlediska jsou tyto vlaky kompletně odbavovány v odstavných kolejích. Určitá část vlaků pokračuje z těchto stanic do směrů Benešov u Prahy, Tábor nebo Plzeň.

Vlaky mají v ŽST Praha hlavní n. pro výstup a nástup cestujících 4,0 min (výjimku tvoří úvratěvé jízdy vlaků EC Dresden-Praha-Brno, u kterých je ve stanici nutná úvrať s výměnou hnacích vozidel). Pro propustnost dopravních kolejí a severního staničního zhlaví byly vypočteny dílčí doby obsazení na základě dynamických výpočtů jízdních dob programem SP Vladyka. Podrobnosti jsou zřejmé z přílohy P5 Kapacitní výpočty.

Propustnost dopravních kolejí ŽST Praha hlavní n.

Pro vlaky osobní dopravy má žst Praha hlavní n. k dispozici 13 průběžných dopravních kolejí u šesti ostrovních a jednoho jednostranného nástupiště. Všechny tyto dopravní koleje jsou cca v polovině púleny cestovými návěstidly a vytvářejí tak de facto celkem 26 nástupištních hran se zeměpisných určením severní a jižní hrana.

Kromě toho má stanice ještě kusé dopravní koleje z obou stran výpravní budovy, které však budou pro sledovaný provozní model nepoužitelné a nebudou ve výpočtu uvažovány. Stejně tak nejsou ve výpočtu uvažovány koleje mimo nástupištní hrany, většinou s náplní čekací koleje pro hnací vozidla nebo odstavení vozů. Pouze s kolejí č. 12 je ve výpočtu uvažováno pro krátkodobé odstavení hnacího vozidla při úvratových jízdách.

Výpočet propustnosti byl proveden výpočetním programem SŽDC v prostředí MS Excel, nahrazujícím dosavadní již zastaralý program PROPSTAN. Podrobný výpočet je uveden v Příloze č. 5 Kapacitní výpočty a zde se uvádějí jenom výsledné ukazatele:

Scénář	T	t _{obs1}	t _{obs2}	t _{obs}	t _{ruš}	N1+N2	n	K _{prakt}	S _o
Vyšší	120	8,45	8,28	8,36	1,54	116	133	87,2%	0,62
nižší	120	8,43	8,28	8,35	1,48	112	134	83,6%	0,60

Tabulka 5.1 – Propustnost dopravních kolejí v ŽST Praha hlavní n. pro 2h špičku

Z uvedeného výpočtu je zřejmé, že dopravní koleje ŽST Praha hlavní n. zajistí výhledový rozsah dopravy za zvolených předpokladů v potřebné kvalitě a s rezervou.

Propustnost severního zhlaví ŽST Praha hl. n.

Omezujícím prvkem v propustnosti ŽST Praha hlavní n. se však stane severní zhlaví, do kterého jsou zaústěny traťové koleje č. 601 a 602 směr Praha-Libeň a traťové koleje č. 301 a 302 směr Odb. Balabenka. Pro minimalizaci kolizních bodů na tomto zhlaví jsou vlaky ve směru Praha-Libeň soustředěny na nástupiště č. 1 až 4 a vlaky ve směru Odb. Balabenka na nástupiště č. 4 až 7. Nástupiště č. 4 je tak společné pro oba směry a slouží zejména pro úvratové jízdy EC vlaků linky Dresden - Praha - Brno - Budapest / Wien. Odstupující či nastupující hnací vozidla těchto úvratových jízd jsou soustředěna na průběžnou kolej č.12, která nemá nástupištní hranu.

Výpočet propustnosti byl proveden výpočetním programem SŽDC v prostředí MS Excel, nahrazujícím dosavadní již zastaralý program PROPSTAN. Podrobné výpočty jsou uvedeny v přílohové části a zde jen výsledné ukazatele pro 2h špičku a nejzatíženější prvek:

Scénář	prvek č.	τ	t _{ruš}	Z	t _{mez}	K _{prakt}	S _o	n _{vl}
Vyšší	5	0,810	0,367	0,157	0,688	154,8%	0,837	75
nižší	5	0,742	0,329	0,258	0,664	140,6%	0,742	80

Tabulka 5.2 – Propustnost severního zhlaví ŽST Praha hlavní n.při stávající konfiguraci severního zhlaví

Z výpočtu je zřejmé značné přetížení severního zhlaví. Omezujícím prvkem je prvek č. 5, křižovatková výhybka č. 88. Hledalo se řešení jak snížit zatížení toho kolizního prvku a přitom výrazně nezměnit konfiguraci tohoto zhlaví. Řešení spočívalo v tom, aby vlaky z koleje č. 20 odjížděly do směru Odb. Balabenka mimo omezující prvek č. 5. Navržená úprava zhlaví je

zřejmá ze schématu výběru prvků pro výpočet propustnosti severního zhlaví pro variantu úpravy zhlaví v Příloze č. 5 Kapacitní výpočty. Ani tato úprava nepřispěla k výraznějšímu zlepšení ukazatelů propustnosti, jak je zřejmé z následující tabulky:

Scénář	prvek č.	τ	$t_{ruš}$	Z	t_{mez}	K_{prakt}	S_o	n_{vl}
Vyšší	5	0,701	0,479	0,208	0,727	157,0%	0,771	74
nižší	5	0,708	0,510	0,292	0,773	148,1%	0,717	76

Tabulka 5.3 – Propustnost severního zhlaví ŽST Praha hlavní n. po navržené úpravě

Z uvedeného vyplývá, že ani po úpravě zhlaví nebude zajištěna předpokládaná výhledová doprava v potřebné kvalitě a s rezervou na vyrovnávání nepravidelnosti a vlivu zpoždění či jiných mimořádností v dopravě.

Při požadavku zajistit uvažovaný rozsah dopravy bude nezbytné navýšit kapacitu severního napojení ŽST Praha hl. n. Prověřovaná úprava konfigurace zhlaví toto však nezajistí a rozsáhlejší změny se nejeví z prostorových důvodů jako reálné. Dostatečnou kapacitu proto bude možné zajistit novým kolejovým propojením do centra města, například tzv. Novým spojením II.

5.2.3 Propustnost ŽST Praha-Libeň

Při zapojení VRT Praha - Havlíčkův Brod ve stopě přes Běchovice je rozhodujícím kapacitním faktorem propustnost ŽST Praha-Libeň, která byla nedávno modernizovaná jako součást modernizace I. železničního tranzitního koridoru. Do doby realizace nové tratě VRT Praha - Havlíčkův Brod se v ŽST Praha-Libeň předpokládá dostavba mimoúrovňového křížení trati Praha-Hostivař – Praha-Libeň přes tříkolejný koridorový úsek Praha-Běchovice – Praha-Libeň pro žádoucí zvýšení propustnosti omezujícího běchovického zhlaví této stanice. Výhledově ROPID zvažuje zavedení tangenciálních linek městské osobní dopravy na odbočném směru Praha-Malešice - Praha-Libeň. V tomto úseku je v bližším horizontu zvažována tangenciální linka z Roztok u Prahy, která dnes končí v ŽST Praha-Libeň, ale po zkapacitnění úseku Praha-Hostivař – Praha-Libeň bude protažena až do ŽST Praha-Hostivař s vazbou na trať IV. TŽK. V dlouhodobém výhledu by mohlo dojít i k zavedení i tangenty z Prahy-Vysočan, ale tento výhledový záměr není dosud pevně ukotven.

Pro kolejovou kapacitu ŽST Praha-Libeň je rozhodující volba zastavovací politiky u vlaků osobní dopravy, zejména dálkové. V železničním uzlu Praha (ŽUP) se drží dlouhodobě zásada, že dálková doprava kromě cílové stanice Praha hlavní n. zastaví v Praze ještě jednou. Směr Plzeň je to Praha-Smíchov, na směr České Budějovice to jsou Praha-Vršovice a výhledově Praha-Zahradní Město s lepšími přestupními vazbami, na směr Hradec Králové je to ŽST Praha-Vysočany a na směr Děčín je to ŽST Praha-Holešovice, případně nová zastávka Praha-Podbaba pro zastávkové rychlíky Praha – Děčín. Pro směr Česká Třebová je dnešní stav nesystémový a je zřejmě daný ne příliš vhodnou přestupní polohou ŽST Praha-Libeň vůči metru. Pro toto posouzení se však předpokládá, že vlaky nejvyššího přepravního segmentu Ex350 budou ve stanici projíždět, neboť kromě centrálního nádraží Praha hl. n. zastavují ještě v ŽST Praha-Holešovice. Stejně tak se předpokládá, že v ŽST Praha-Libeň bude projíždět i relace SC Pendolino, stejně jako ve stávajícím jízdním řádu. Ostatní vlaky dálkové osobní dopravy budou v ŽST Praha-Libeň zastavovat. Ve 2h špičce se předpokládá, že z celkovému

počtu 30 párů vlaků dálkové osobní dopravy bude jedna třetina v Libni projíždět a dvě třetiny zastavovat.

Propustnost dopravních kolejí pro osobní dopravu

Výpočet propustnosti byl proveden výpočetním programem SŽDC v prostředí MS Excel, nahrazujícím dosavadní již zastaralý program PROPSTAN, a to v prvním kroku na stávající kolejovou infrastrukturu a jen pro stávající kolej č. 3, 1, 0 a 2, po kterých se uskutečňuje veškerá osobní doprava na směr Praha - Kolín. Do výpočtu není zahrnuto nástupiště č. I, ke kterému je vedena tangenciální linka na rameni Roztoky u Prahy - Praha-Libeň s budoucím pokračování směr Praha-Hostivař. Pro případné zavedení i druhé tangenty z Prahy-Vysočan byla kapacita dopravních kolejí u nástupiště č. I prokázána v řadě předchozích studií.

Podrobné výpočty pro obsazení dopravních kolejí u nástupiště č. II a III jsou uvedeny v přílohové části a zde jen výsledné ukazatele pro 2h špičku:

T	t _{obs1}	t _{obs2}	t _{obs}	t _{ruš}	N1+N2	n	K _{prakt}	S _o	z
120	4,79	5,12	4,95	1,43	84	56	150%	0,87	0,76

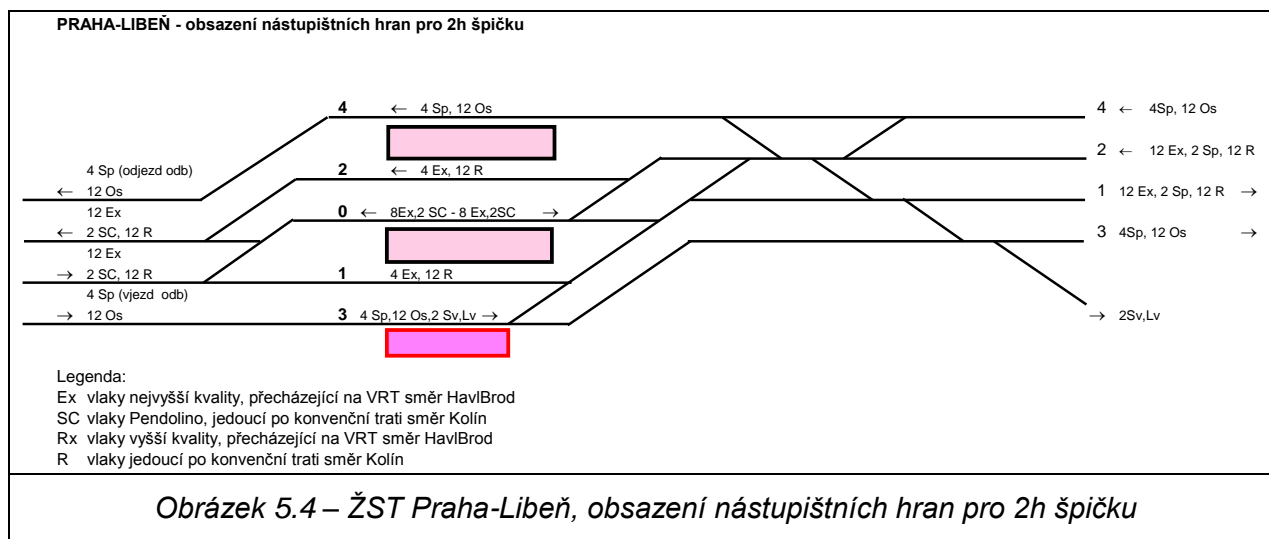
Tabulka 5.4 – Propustnost dopravních kolejí č. 3, 1, 0, 2 v ŽST Praha-Libeň pro 2h špičku

Z výpočtu je zřejmé, že pro výhledovou osobní dopravu na směr Praha-Libeň – Praha-Běchovice je stávající počet dopravních kolejí nedostatečný s vysokým překročením zejména hodnoty stupně obsazení kolejí pravidelnou dopravou. Směrnice UIC sice připouští pro špičkovou dopravu hodnotu maximálně 0,75, ale podle připravované nové metodiky SŽDC na posuzování kapacity a jejího využití se zvažuje nepřekročit stupeň obsazení 0,45 a pro špičku 0,65.

Řešením je buď snížit rozsah výhledové dopravy a nebo přístavba další nástupištní hrany vně stávající koleje č. 5 a vytvořit tak vnější nástupiště č. IV a prodloužit k němu podchod. Na toto nástupiště by byly vedeny jak vlaky regionální osobní dopravy, tak vlaky dálkové osobní dopravy při zhuštěném sledu vlaků, z nich většina zastavuje, takže následné mezidobí by bylo kratší než doba obsazení nástupištní hrany. Proto pro každý směr dálkové dopravy je nutno uvažovat se dvěma hranami. Toto uspořádání tak umožňuje pět nástupištních hran (viz schéma v příloze).

Předpokládaný provoz:

- Vlaky uvažované s přechodem na VRT v ŽST Praha-Běchovice vedeny po kolejích vnitřních tedy č. 1, 0, 2,
- Vlaky dálkové a regionální osobní dopravy trati Praha - Kolín vedeny po vnějších kolejích č. 3, 1 a 4 (nové číslování kolejí).



Do výpočtu byly zařazeny ještě soupravné a lokomotivní vlaky, které jsou dnes vedeny převážně po dopravní koleji č. 5, která bude nahrazena novou nástupištní kolejí u nového nástupiště č. IV. Podrobné výpočty pro obsazení dopravních kolejí u nástupiště č. II - IV jsou uvedeny v přílohové části a zde jen výsledné ukazatele pro 2h špičku:

T	t _{obs1}	t _{obs2}	t _{obs}	t _{ruš}	N1+N2	n	K _{prakt}	S _o	z
120	4,93	4,26	4,60	0,95	86	86	100,0%	0,66	2,37

Tabulka 5.5 – Propustnost dopravních kolejí č. 3, 1, 0, 2, 4 v ŽST Praha-Libeň pro 2h špičku

Z výpočtu je zřejmé, že pro výhledovou osobní dopravu na směru Praha-Libeň - Praha-Běchovice bude zvýšený počet nástupištích hran a dopravních kolejí postačující, což bude třeba potvrdit přesnějším výpočtem propustnosti dopravních kolejí až bude vypracován podrobněji modelový grafikon pro trať VRT i trať Praha - Kolín. Na dosavadní výpočty je proto nezbytné nahlížet jako na orientační.

Propustnost běchovického zhlaví ŽST Praha-Libeň

Propustnost je spočtena na výhledový stav po realizaci mimoúrovňového křížení (přesmyku) a po prodloužení stávající tangenciální linky městské osobní dopravy z Prahy-Libně do Prahy-Hostivaře. Tímto řešením dojde k významnému zvýšení kapacity zhlaví, které bude potřebné pro zajištění předpokládané výhledové osobní dopravy. Již dnes je toto zhlaví omezujícím faktorem jak pro osobní, tak zejména pro nákladní dopravu.

Výpočet propustnosti byl proveden výpočtním programem SŽDC v prostředí MS Excel, nahrazujícím dosavadní již zastaralý program PROPSTAN. Podrobné výpočty jsou uvedeny v přílohové části a zde jen výsledné ukazatele pro 2h špičku a nejzatíženější prvek:

výpočet pro	prvek č.	τ	t _{ruš}	Z	t _{mez}	K _{prakt}	S _o	n _{vl}
2h špičku	2	0,746	0,062	0,289	0,537	124,0%	0,721	94

Tabulka 5.6 – Propustnost běchovického zhlaví ŽST Praha-Libeň za předpokladu zachování stávající tříkolejné trati do Běchovic a po realizaci dvoukolejného přesmyku

Běchovické zhlaví ŽST Praha-Libeň výhledovou špičkovou dopravu 2h špičky v potřebné kvalitě nezajistí s ohledem na nadměrné přetížení prvku č. 2. Nestačí jen přístavba další nástupištní hrany u IV. nástupiště, nýbrž je nutná výstavba i čtvrté traťové koleje se zachováním paralelních rychlých spojek pro rychlost 100 km/h s ohledem na plynulý příjem vlaků v těsném sledu, kdy doba obsazení dopravních kolejí je delší než činí následné mezidobí u vlaků dálkové osobní dopravy.

Za těchto předpokladů budou ukazatele propustnosti běchovického zhlaví vykazovat již uspokojivé výsledky, jak je zřejmé z následující tabulky:

výpočet pro	prvek č.	τ	$t_{ruš}$	Z	t_{mez}	K_{prakt}	S_o	n_{VI}
2h špičku	3 a 8	0,589	0,193	0,428	0,616	118,5%	0,608	100

Tabulka 5.7 – Propustnost běchovického zhlaví ŽST Praha-Libeň po realizaci nástupiště č. IV a po dostavbě čtvrté koleje do Běchovic

I když výpočet propustnosti vykazuje již příznivé ukazatele, bude pro každou konstrukci nového GVD velice náročné najít vhodná okna pro odjezdy nákladních vlaků z kolejové skupiny nákladní do Prahy-Běchovic křížem přes celé zhlaví do krajní traťové koleje č. 3.

Nabízí se řešení, které využívá v té době již realizovaný dvoukolejný přesmyk malešické trati přes koridorovou trať Praha - Kolín, a to tak, že nákladní vlaky směru Libeň - Běchovice by odjížděly ze skupiny kolejí pro nákladní dopravu po přesmyku a buď by za ním sjely po nové spojnici s napojením do TK č. 3 na možné odb. Lísková a nebo po nové tunelové spojnici do nové dopravní Prahy-Jahodnice na trati Praha-Malešice - Praha-Běchovice. Obě tyto alternativy mají své výhody a nevýhody:

- Při realizaci krátké traťové spojky z přesmyku do odb. Lísková by nákladní vlaky směru Běchovice byly vedeny z Libně proti správnému směru od Malešic, čímž by blokovaly provoz pro správný směr (důsledek technického řešení přesmyku, které umožňuje odbočit pouze z krajní koleje),
- Při realizaci tunelové spojky Hrdlořezy - Jahodnice jsou sice odjezdy nákladních vlaků uskutečňovány z Libně po správné traťové koleji, ale cca v km 2,8 (staničení z Libně n. n.) stejně dojde k překřížení správného směru od Malešic (sice jen spojkami); druhou nevýhodou jsou sklonové poměry, kdy trať z Libně až do nové dopravní Jahodnice neustále stoupá (od zhlaví Libně až do km 3,9 - staničení z Libně) sklonem 10 - 12,5 ‰ a dále na Jahodnici + 3 – 4 ‰ a třetí nevýhodou je podstatně delší jízdní doba z Libně do Běchovic než po čtyřkolejném koridoru.

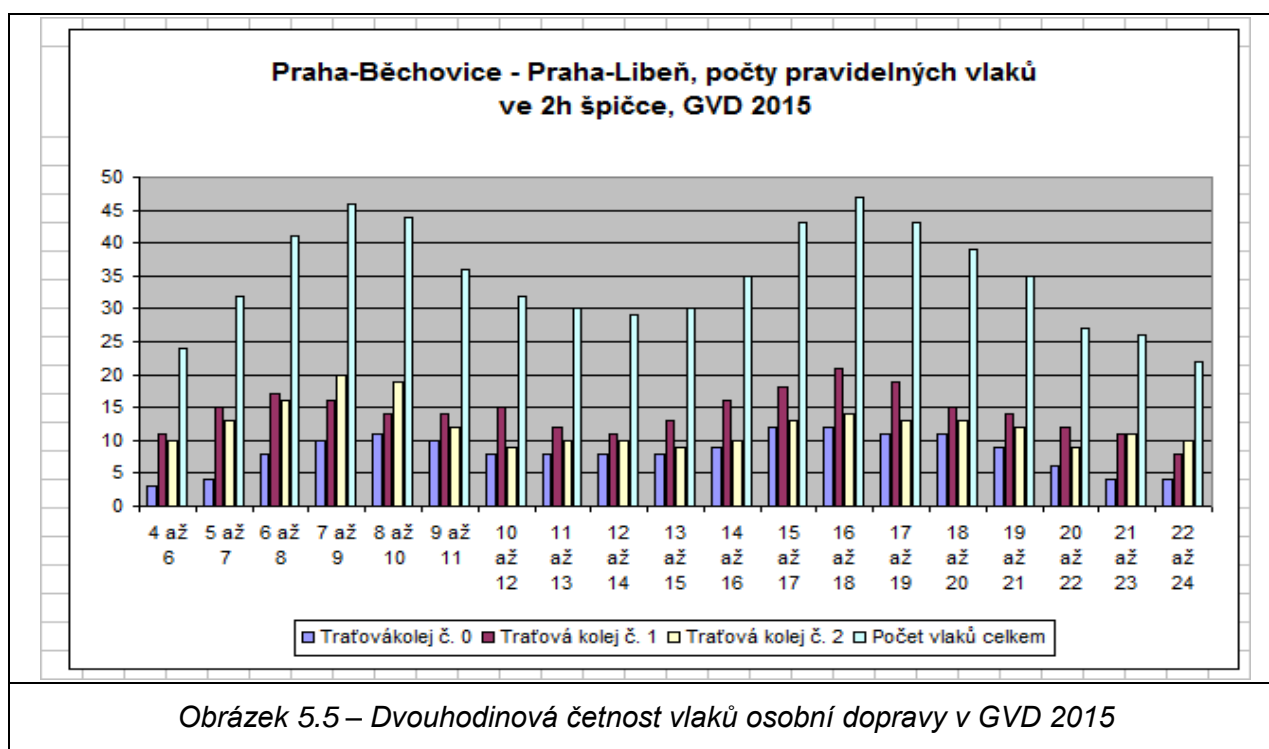
Tím by byly vytvořeny komplexní předpoklady pro uspokojování přepravních potřeb v nákladní dopravě, které jsou dnes násilně prováděny je v noční době a v období přepravních sedel osobní dopravy.

5.2.4 Propustnost mezistaničního úseku Praha-Běchovice - Praha-Libeň

Tříkolejný mezistaniční úsek Praha-Běchovice - Praha-Libeň je již dnes omezujícím úsekem celé tříkolejné trati Poříčany - Praha-Libeň. Rozhodnutí o vedení stopy VRT Praha - Brno přes Běchovice by si nepochybně vyžádalo přístavbu nejméně jedné další traťové koleje v celém úseku. Dostavba čtvrté traťové koleje bude náročná zejména v prostoru Dolních Počernic.

Kromě toho bude stejně tak nutné řešit odjezdy nákladních vlaků z kolejové nákladní skupiny ŽST Praha-Libeň směrem do Běchovic. Již dnes se při sestavě GVD této trati hledají velmi těžko vhodná časová okna pro odjezdy nákladních vlaků křížem přes celé zhlaví. Interval postupného odjezdu a vjezdu vlaků opačných směrů je výrazně delší než činí následné mezidobí vlaků směru Běchovice - Libeň. To si vyžádá využívat pro odjezdy nákladních vlaků směr Praha-Běchovice navrhovaného přesmyku, doplněného buď o spojkou z přesmyku do nově budované TK č. 4 v prostoru Lísková a nebo nová spojkou z malešické tratě do Jahodnice.

Důsledné taktování vlaků osobní dopravy a řešení obrátové problematiky přitom do budoucna vytvoří předpoklady, že špičkové období se může prodloužit výrazněji než v současné době a nákladní doprava nebude mít pro svou existenci dostatečný prostor. Z rozboru hodinové četnosti dopravního toku pravidelné osobní a nákladní dopravy bylo vypracováno následující schéma:



Z něho je zřejmé, že přepravní špička je dnes v ranní době od 6 do 10 hodin a v odpolední době od 14 do 21 hodin. Tedy celkem 11 hodin za den. Nejvyšší četnost dopravy zaznamenává interval od 16 do 18 hodin, který je charakteristický tím, že v této době z obvodu nákladního nádraží Praha-Libeň ve směru do Běchovic odjede pouze jeden nákladní vlak za celé 2 hodiny jako důsledek četnosti taktové osobní dopravy, která nedává nákladní dopravě prostor a to zejména vlivem nepříjemného křížení kolejí na běchovickém zhlaví pro zařazení nákladního vlaku do sledu vlaků ve směru Praha-Běchovice až na krajní traťovou kolej.

To má podstatný vliv zejména na nákladní dopravu, která se navíc vyznačuje značnou nerovnoměrností přepravy a nesnadným plánováním, když řada externích dopravců přechází na objednávky ad hoc. Pro kvalitní návrh řešení by bylo vhodné mít k dispozici dlouhodobou koncepci nákladní dopravy. Jde přitom zejména o to, zda má být výhledový rozsah dopravy rozdělen rovnoměrně po celý den a nebo dále respektovat dnešní skutečnost, že většina nákladní dopravy je vytlačena do období přepravních sedel a zejména do noční doby. Přitom

právě v noční době je třeba respektovat požadavky na snížení hlukové zátěže, neboť traťový úsek Praha-Běchovice - Praha-Libeň - Praha-Bubeneč prochází urbanizovaným územím se značnou zástavbou.

Pro vyšší scénář výhledového rozsahu dopravy byl vypracován modelový grafikon pro 2h přepravní špičku na stávající infrastrukturu, tj. na dnešní kolejové řešení ŽST Praha-Libeň a na tříkolejný omezující úsek Praha-Běchovice – Praha-Libeň. Tento grafikon byl zobrazen v přílohové části v prvním dílčím plnění v dokumentaci odevzdané k 30.11.2015. Jediným infrastrukturním počinem je tak předpoklad, že do té doby bude realizován přesmyk malešické trati přes tříkolejnou koridorovou trať Praha-Běchovice – Praha-Libeň. Modelový grafikon byl vypracován pro jízdy následných vlaků na základě klasických následných mezidobí a s tím, že v úseku Praha-Běchovice – Praha-Libeň – Praha hl. n. / Praha Mas. n. se neuvažuje se zvyšováním stávající traťové rychlosti (zejména s ohledem na hlukovou zátěž v zastavěném území).

Konstrukce modelového GVD byla volena tak, aby vlaky přecházející na trať VRT směr Havlíčkův Brod - Brno byly vedeny po střední nulté TK, zatímco ostatní vlaky trati Praha - Kolín po obou krajních TK. Ani na jedné traťové koleji se nepodařilo provézt navrhovaný rozsah dopravy v potřebné kvalitě a s požadovanou rezervou:

- na TK č. 0 (střední kolej) se podařila konstrukce 12 tras za hodinu z navrhovaných 16 tras, což značí že 4 trasy nebyly vloženy a navíc pro zajištění potřebné rezervy v souladu s předpisem D24 je možno provézt v úseku obousměrně jen 8 vlaků za 1 h, což znamená neprovedení dalších 4 vlaků za 1h, celkem tedy se na nultou kolej nevešlo 8 vlaků za 2h špičku,
- na TK č. 1 (kolej směr do Praha-Běchovice) se rovněž nepodařila konstrukce předpokládaného počtu tras pro 2h špičku při respektování požadované rezervní doby a nebyly tak provedeny celkem 3 vlaky za 2h špičku, z toho byl jeden nákladní vlak jako důsledek nenalezení vhodného časového okna pro odjezd vlaku křížem přes celé běchovické zhlaví v ŽST Praha-Libeň,
- na TK č. 2 (kolej směr do Praha-Libeň) se rovněž nepodařila konstrukce předpokládaného počtu tras pro 2h špičku při respektování rezervní doby a nebyly tak provedeny 4 vlaky za 2h špičku, Sp a Os provedeny všechny, kdežto z R vlaků neprovedeny 2 R za 1 h, tedy celkem 4 vlaky za 2h špičku.

Podrobné výpočty propustnosti jednotlivých traťových kolejí obsahovalo první dílčí plnění v 11/2015 a proto nejsou již uváděny. Bylo v nich jednoznačně prokázáno, že v úseku Praha-Běchovice - Praha-Libeň uvažovaný rozsah dálkové a regionální osobní dopravy zajistí výhradně jen dostavba další traťové koleje v celém mezistaničním úseku. Tedy mezistaniční úsek Praha-Běchovice - Praha-Libeň bude čtyřkolejný a provozní model provázení vlaků bude následující:

- dálkové vlaky směřují jak na VRT směr Brno, tak po koridorové trati směr Kolín jsou vedeny po vnitřních traťových kolejích č. 1 a 2 s tím, že odbočení v ŽST Praha-Běchovice směr VRT Havlíčkův Brod je bezkolizní a mimoúrovňové, četnost pro 2h špičku je 26 párů vlaků kategorie EC, SC, IC, Ex a R,

- regionální vlaky kategorie Sp a zastávkové Os vlaky jsou spolu s vlaky nákladní dopravy vedeny po krajních traťových kolejích č. 3 a 4, u nichž budou nově upraveny mezilehlé zastávky Praha-Kyje a Praha-Dolní Počernice, četnost pro 2 h špičku je 4 páry Sp vlaků v taktu 30 min, 12 párů zastávkových Os vlaků v taktu 10 min a 1 pár nákladních vlaků kategorie Nex nebo Pn.

Modelový grafikon není vydán z důvodů, že okrajových podmínek k jeho zkonstruování pro rok 2035 je příliš mnoho, o počtu řešených variant ani nemluvě. Proto jsou kapacitní propočty pro řešené traťové úseky Praha-Běchovice - Praha hlavní n. provedeny na podkladě matematické statistiky a počtu pravděpodobností v souladu s předpisem SŽDC D24. Podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 5 - Kapacitní výpočty a zde se uvádějí jen výsledné ukazatele pro jednotlivé traťové koleje:

výpočet pro	t _{obs}	t _{mez}	T	N _{prav}	n _{prakt}	K _{prakt}	S _o	z
TK č. 4	3,25	2,01	120	18	22,8	79%	0,487	3,42
TK č. 2	2,75	1,70	120	26	27	96%	0,596	1,86
TK č. 1	2,75	1,70	120	26	27	96%	0,596	1,86
TK č. 3	3,77	2,33	120	18	19,7	91%	0,565	2,89

Tabulka 5.8 – Propustnost traťových kolejí v mezistaničním úseku Praha-Běchovice - Praha-Libeň na výhledový stav pro zapojení tratě VRT

Z uvedených výpočtů vyplývá, že čtyřkolejný traťový úsek Praha-Běchovice - Praha-Libeň zajistí předpokládanou výhledovou dopravu v potřebné kvalitě a s rezervou. Výstupy je nutno označit jako orientační do doby, než bude vypracován a vyhodnocen modelový grafikon ITJR. Po nové trati VRT Praha - Havlíčkův Brod jsou vedeny i vlaky dálkové osobní dopravy Praha - Kolín, a to ve společném úseku Praha-Běchovice - Odb. Vykáň, kde vlaky směr Kolín odbočí (se připojí).

Budou-li všechny vlaky dálkové osobní dopravy zastavovat i v žst Praha-Libeň (tj. včetně vlaků nejvyšší kvality), pak lze v úseku Praha hl. n. - Praha-Běchovice konstruovat rovnoběžný grafikon, který by tím mohl přispět k vyšší propustnosti tohoto společného úseku. Pro vlaky nákladní dopravy ve směru Praha-Libeň - Praha-Běchovice byly navrženy dvě alternativní trasy (podrobněji viz kap. 1.1.5 a 1.1.6).

Nové jízdní doby relevantních druhů vlaků a dílčí doby obsazení pro staniční a traťové provozní intervaly, jakož i následná a příjezdná mezidobí jsou uvedeny v příloze 5 - Kapacitní výpočty. Pravidelná jízdní doba nákladních vlaků v úseku Praha-Libeň - Praha-Běchovice činí po koridorové trati 10,0 min. Pro porovnání s alternativními trasami: po spojnici Lísková činí jízdní doba 10,5 min a po spojnici přes Odb. Jahodnice činí 12,0 min.

Porovnání spojek Lísková a Jahodnice

Alternativa s mostní spojkou Lísková, je provozně příznivější. Její výhody jsou následující:

- poměrně krátká délka úseku (cca 1250 m) se stoupáním 12,5 ‰,
- normativ hmotnosti pro lok. ř. 181,183 činí T1500 / S1300 / U1200 tun; programem SPVladyka bylo ještě prověřeno, že nové lok. ř. BR186 (z dílny Bombardieru) uvezou běžně používaný normativ S1600 tun spolehlivě při zaručeném průjezdu přes ŽST Praha-Libeň. Za dobré adheze a při rozjezdu maximální silou se rozjede i z místa zastavení na koleji č. 104 (při rozjezdu z koleje č.6 dojde k uvážnutí vlaku na přesmyku;

pro rozjezd ze ŽST Praha-Libeň bude nutné používat nezavěšený postrk do cca km 1,9, odkud se postrk vrací zpět do Libně).

- investičně méně náročná

Nevýhody:

- nutné vedení těchto vlaků z Libně v protisměru po TK určené pro směr do Libně jako důsledek možného technického řešení odbočení jen z této koleje,
- tato alternativa neřeší možnost odklonů při mimořádných událostech na traťovém úseku v kolejích č. 1, 2 a 4,
- problematické územní začlenění (blízkost obytné zástavby).

Alternativa s tunelovou spojkou Jahodnice na trati Praha-Běchovice - Praha-Malešice má následující výhody:

- úplná segregace nákladních vlaků ve směru z Libně do Běchovic od osobní dopravy, v úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice.
- možnost odklonu vlaků při mimořádných událostech ve čtyřkolejném úseku trati Praha-Běchovice – Praha-Libeň.
- menší riziko při územním začlenění.

Nevýhody:

- delší stoupání 12 ‰ (dva úseky o celkové délce cca 2600 m) vyžaduje vedení nákladních vlaků s normativem vyšším než 1300 tun s postrkem a jízdní doba z Prahy-Libně do Prahy-Běchovic je výrazně vyšší než po koridorové trati či po spojnici do odb. Lísková,
- investiční náročnost 410 m dlouhého tunelu Jahodnice.

5.2.5 Propustná výkonnost úseku Praha-Libeň – Praha hlavní n.

Dvoukolejný mezistaniční úsek Praha-Libeň – Praha hlavní n. je součástí tzv. Nového spojení, které bylo uvedené do provozu v nedávné době a přivádí do centrálního nádraží veškerou dálkovou osobní dopravu ze severního a východního směru a část regionální osobní dopravy. Pro případné vedení trasy VRT Praha – Brno ve stopě přes Běchovice by tato dvoukolejná trať byla oproti stávajícímu stavu zatížena nejen vysokorychlostní dopravou, ale i rozšířením počtu vlaků o část vlaků, která nahradí na rameni Praha – Pardubice / Havlíčkův Brod vlaky převedené na VRT Praha – Brno.

V mezistaničním úseku Praha-Libeň - Praha hl. n. byla provedena analýza jízdních dob programem SVDynamika a zjištěna možnost jejich drobného zkrácení oproti stávajícím jízdním dobám, cca o 1,0 min. Již vzpomínaná studie ZVT Praha - Kolín, z r. 2014 spočetla jízdní doby pro vlaky kategorie Ex, R s průjezdem v ŽST Praha-Libeň na 4,5 min a se zastavováním v ŽST Praha-Libeň na 5,5 min oproti dnešní jízdní době 5,0 min (průjezd), resp. 6,0 min (zastavení), což značí, že existuje prostor pro zkrácení následných mezidobí. Přesnější výpočty budou doloženy až po zpracování modelového grafikonu pro VRT i pro koridorovou trať.

Protože tento grafikon nebude z již uvedených důvodů doložen, tak jsou i v tomto úseku kapacitní propočty provedeny na podkladě matematické statistiky a počtu pravděpodobností v souladu s předpisem SŽDC D24. Podrobné výpočty jsou uvedeny v přílohové části a zde se uvádějí jen výsledné ukazatele pro jednotlivé traťové koleje:

výpočet pro	t _{obs}	t _{mez}	T	N _{prav}	n _{prakt}	K _{prakt}	S _o	z
TK č. 601	3,23	1,61	120	30	24,8	121%	0,807	0,77
TK č. 602	3,23	1,61	120	30	24,8	121%	0,807	0,77

Tabulka 5.9 – Propustnost traťových kolejí v mezistaničním úseku Praha-Libeň - Praha hlavní n. na výhledový stav pro zapojení tratě VRT

Z uvedených výpočtů vyplývá, že dvoukolejný mezistaniční úsek Praha-Libeň - Praha hl. n. nezajistí uvažovaný výhledový rozsah dopravy. Hlavní příčinou je zejména nedostatečná zábrzdna vzdálenost v ŽST Praha-Libeň, která neumožní využívat stávající cestová návěstidla pro potřebné zvýšení počtu prostorových oddílů, aby bylo možné snížit následná mezidobí. Nabízí se proto dvě alternativy řešení:

- a) snížení rozsahu výhledové dopravy s využitím scénáře nižšího, podrobné výpočty jsou uvedeny v přílohové části a zde se uvádějí jen výsledné ukazatele:

výpočet pro	t _{obs}	t _{mez}	T	N _{prav}	n _{prakt}	K _{prakt}	S _o	z
TK č. 601	3,21	1,99	120	26	23,1	112%	0,695	1,4
TK č. 602	3,21	1,99	120	26	23,1	112%	0,695	1,4

Tabulka 5.10 – Propustnost traťových kolejí v mezistaničním úseku Praha-Libeň - Praha hlavní n. pro nižší scénář výhledové osobní dopravy

- b) snížení rozsahu dopravy převedením Sp vlaků z Prahy-Libně do Prahy-Opera přes Karlín, stejně jako Os vlaky.

výpočet pro	t _{obs}	t _{mez}	T	N _{prav}	n _{prakt}	K _{prakt}	S _o	z
TK č. 601	3,3	2,05	120	26	22,4	116%	0,715	1,31
TK č. 602	3,3	2,05	120	26	22,4	116%	0,715	1,31

Tabulka 5.11 – Propustnost traťových kolejí v mezistaničním úseku Praha-Libeň - Praha hlavní n. pro alternativu s vedením Sp vlaků do dopravny Praha-Opera

Obě alternativy zajišťují výhledovou dopravu v úseku Praha-Libeň - Praha hl. n. v potřebné kvalitě a s rezervou v souladu s doporučením UIC. Nutno ale upozornit, že v současné době se připravuje novelizace předpisu nebo směrnice SŽDC, která navrhuje přípustnou hodnotu stupně obsazení 0,45 a pro špičku 0,60.

Rovněž i zde nebylo nasazení ETCS úrovně 2 prověřováno, ale nelze s jistotou říci, zda by tady nasazení pomohlo. Bude prověřeno v dalším stupni dokumentace až bude znám modelový GVD.

5.3 Závěr a doporučení

Byla provedena analýza propustnosti úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice při uvažovaném výhledovém rozsahu dopravy po zapojení nové VRT směr Brno do ŽST Praha-Běchovice.

Z dopravně-technologických rozborů vyplývá následující:

- Úsek Praha-Libeň – Praha-Běchovice je nezbytné zkapacitnit ze tříkolejného na čtyřkolejný se směrovým uspořádáním s logickou návazností na Nové spojení: vnitřní koleje č. 1 a 2 budou prioritně sloužit dálkové osobní dopravě a vnější koleje č. 3 a 4 budou sloužit pro vlaky kategorie Sp a zastávkové Os vlaky s tím, že u těchto kolejí budou zřízena vnější nástupiště, tyto koleje budou využívány i pro vedení vlaků nákladní dopravy.
- Pro zkapacitnění úseku pro nákladní dopravu byly navrženy dvě alternativy technického řešení: spojka Lísková a spojka Jahodnice. Spojka Lísková se z důvodu svého problematického územního začlenění nedoporučuje dále sledovat.
- V ŽST Praha-Libeň bude nezbytné přistavět IV. nástupiště u stávající koleje č. 5 (nově kolej č. 3). Zároveň bude nezbytné částečně změnit konfiguraci obou zhlaví tak, aby nástupištní hrana u nulté koleje byla využitelná pro dálkovou dopravu pro oba směry a v traťové rychlosti 100 km/h.
- **Úsek Praha-Libeň - Praha hl. n. má nedostatečnou kapacitou** pro navrhovaný vyšší scénář výhledové dopravy. To lze řešit alternativně:
 - s využitím nižšího scénáře (pokud s rezervou vyhoví pro dopravní prognózu),
 - nebo převedením Sp vlaků místo do Prahy hl. n. do tzv. Nového spojení II, tj. do podzemní dopravní Prahy-Opera (stejně jako zastávkové Os vlaky).
- **V ŽST Praha hlavní nádraží** byla identifikována **nedostatečná propustnost severního zhlaví**. I při návrhu úprav jeho rekonfigurace nebylo dosaženo uspokojivých výsledků. Pro zajištění uvažovaného rozsahu dopravy bude nezbytné odstranit toto kapacitní hrdlo posílením kolejového propojení do oblasti hlavního nádraží (například dříve prověřované Nové spojení II).
- V další přípravě bude nezbytné ověřit kapacitní výpočty s použitím systému ETCS 2 při znalosti modelového grafikonu trati VRT Praha - Havlíčkův Brod s vazbou na ITJŘ.
- V další přípravě bude nezbytné sledovat možnosti realizace alternativní cesty pro nákladní dopravu, zejména pro směr z Libně do Běchovic.

Provedené rozborů posloužily jako podklad pro návrh technických opatření – zejména návrh nového kolejového řešení v dané oblasti. **Zkapacitnění úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice výstavbou čtvrté traťové koleje a úpravy ŽST Praha-Libeň** byly navrženy dle požadavků dopravní technologie jako minimální varianta technických opatření v této oblasti.

S ohledem na identifikaci nedostatečné kapacity úseku Praha-Libeň – Praha hl. n. a severního zhlaví Praha hl. n. bude nezbytné v dalším projektové přípravě tohoto záměru věnovat vysokou pozornost zkapacitnění tohoto úseku, a to například cestou výstavby Nového spojení II. **Současná infrastruktura v úseku Praha-Libeň – Praha hl. n. je výrazným kapacitním hrdlem navrhované VRT Praha – Havlíčkův Brod – Brno a bez významných změn neumožní její plnohodnotný provoz.**

6 INVESTIČNÍ NÁROČNOST A ETAPIZACE

6.1 Postup tvorby orientačního propočtu

Základní sazebník pro orientační stanovení investiční náročnosti byl zpracován v koordinaci všech zpracovatelů souvisejících územně technických studií vysokorychlostních tratí. Sjednoceny byly nejen vlastní položky sazebníku, ale i cenové ohodnocení jednotlivých měrných jednotek.

Ke každé ze základních položek byla kromě použité měrné ceny přiřazena i rezerva na nepředvídané náklady, a to podle druhu položky a míry jistoty technického řešení. Rezerva se pohybuje v rádech 2,5 % (železniční svršek) až po 10,0 % (tunely, pozemní objekty).

Do orientačního propočtu celkových investičních nákladů jsou mimo náklady realizace započteny odhadované náklady na výkupy pozemků, projekční a investorskou přípravu, průzkumy a další činnosti, související s přípravou realizace stavby. Protože se jedná o velmi náročnou stavbu, byla kromě toho k nákladům realizace připočtena ještě globální rezerva ve výši 10,0 % souhrnně pro všechny položky.

6.2 Struktura kalkulovaných položek

6.2.1 Náklady realizace

Železniční svršek

Do železničního svršku jsou započítány staniční a traťové koleje (zvláště pro konvenční a pro vysokorychlostní tratě), výhybky dle typu, případně demontáže či úprava geometrické polohy koleje (GPK). V povrchových úsecích je započítána kolej ve štěrkovém loži, v tunelech je uvažována pevná jízdní dráha (PJD).

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 2,5 %.

Železniční spodek

Do železničního spodku jsou započítány konstrukční vrstvy koleje, zemní těleso (výkopy a násypy), odvodnění tratě (příkopové tvárnice, příkopové zídky, trativody). Součástí železničního spodku je ozelenění drážního tělesa, případně rekultivace opuštěných ploch a další úpravy zeleně. V železničním spodku je dále zahrnuto vybudování nástupišť (případně jejich demolice) a doprovodná komunikace souvisle v délce tratě mimo tunely (po dobu stavby s možností využití jako servisní komunikace během provozu).

Objemy zemních prací jsou vyčísleny na základě 3D modelu terénu a zemního tělesa.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 10,0 %.

Mosty, propustky, zdi

Do této podkategorie jsou započítány mosty (v rozdělení do 40 m délky, nad 40 m délky a zvláště vysoké), podchody, propustky, lávky, zárubní a opěrné zdi.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 7,5 %.

Tunely

Tunely jsou kalkulovány na základě délky v rozdělení na jednokolejné a dvoukolejné, dle délky pak do 500 m a nad 500 m.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 10,0 %.

Komunikace

V podkategorii komunikace jsou zahrnuty vyvolané silniční stavby v rozdělení dle kategorie (D, I.tř., II.tř., III.tř., místní komunikace, chodníky) včetně zemního tělesa (násypy, výkopy) a včetně silničních nadjezdů.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 7,5 %.

Pozemní objekty a PHO

V pozemních objektech jsou kalkulovány technologické objekty pro drážní zařízení, budovy, demolice, přístřešky a zastřešení nástupišť, výtahy, oplocení. V této podkategorii jsou zahrnuty paušálně standardní přeložky inženýrských sítí. Započteny jsou zároveň protihlukové stěny (v blízkosti zástavby a obytných objektů).

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 10,0 %.

Zabezpečovací zařízení

Do zabezpečovacího zařízení je zahrnuto staniční zabezpečovací zařízení (dle počtu zabezpečených výhybkových jednotek), traťové zabezpečovací zařízení (pro VRT / konvenční tratě) a případně zabezpečení přejezdů v navazujících úsecích konvenční sítě.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 5,0 %.

Sdělovací zařízení

V podkategorii sdělovacího zařízení je zahrnuto staniční sdělovací zařízení (včetně zařízení v dalších dopravních mimo stanice), traťové sdělovací zařízení (GSM-R), informační zařízení ve stanicích a sdělovací zařízení v tunelech.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 5,0 %.

Elektro

V podkategorii elektro jsou zahrnuty rozsáhlejší přeložky vzdušných vedení VN a VVN, přívodní vedení k TNS, osvětlení stanic a dalších dopraven včetně NN rozvodů.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 7,5 %.

Napájení

V napájení jsou zahrnuta silnoprůdová a napájení zařízení v trati a ve stanicích, trakční napájecí stanice, spínací stanice a trafostanice pro napájení technologických zařízení.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 7,5 %.

Trakční vedení

V podkategorii trakční vedení je zahrnuto trakční vedení v trati a ve stanicích jak pro konvenční, tak pro vysokorychlostní úseky.

Náklady na nepostižené položky jsou uvažovány ve výši 5,0 %.

Celkem

Souhrn výše uvedených položek tvoří mezisoučet stavebních nákladů – Náklady realizace (NRE).

6.2.2 Ostatní náklady

Zábory a výkupy

Náklady na výkupy pozemků jsou vyčísleny na základě navrhované plochy drážního tělesa (popř. dalších souvisejících staveb) v rozlišení na plochy v intravilánu měst, obcí a mimo zastavěná území. Individuálně jsou odhadovány výkupy nemovitostí.

Náklady na další přípravu stavby

Do další přípravy stavby jsou kalkulovány náklady na pořízení projektové dokumentace, průzkumy, geodetická měření, investorskou činnost, ostatní přípravu a zabezpečení stavby, technický dozor, propagaci a podobně.

6.2.3 Rezerva

Rezerva v celkových investičních nákladech je uvažována ve výši 10,0 % z nákladů realizace.

6.2.4 Celkem

Souhrn výše uvedených nákladů realizace, ostatních nákladů (přípravy) a rezervy tvoří celkové investiční náklady (CIN) bez DPH. Ceny jsou uvažovány v cenové úrovni roku 2016.

6.3 Propočet investiční náročnosti trasy VRT Praha – Havlíčkův Brod

Pro jednotlivé varianty návrhu technického řešení byl zpracován orientační propočet investiční náročnosti v konstantní cenové úrovni roku 2016. Podrobný propočet je uložen u zpracovatele územně technické studie k případnému ověření dílčích položek. Vlastní rozsah přestavby jednotlivých stanic a traťových úseků je popsán v část A.2 Technické a provozní řešení, případně patrný z příložených výkresů. Souhrn propočtené investiční náročnosti po ucelených úsecích a skupinách položek je uveden v přílohách této zprávy.

Přestože v trase mohou být kombinovány různé dílčí varianty úseků a uspořádání jednotlivých dopraven, je pro orientační představu shrnuta investiční náročnost do následujících celků:

Varianta (celá trasa)	Orientační investiční náročnost
HB2a + N13	121 666,8 mil. Kč
HB2b / HB2a / HB2e + N13	127 049,5 mil. Kč
N1B + HB3a (nová trasa přes Benešov)	181 318,7 mil. Kč
N1B + N13 (původní trasa přes Benešov)	159 136,2 mil. Kč
Tabulka 6.1 – Souhrn propočtené investiční náročnosti pro trasu VRT Praha – Brno	

Celkově lze konstatovat, že orientační investiční náročnost trasy VRT Praha – Brno přes Benešovsko se pohybuje v řádu cca 160 mld. Kč (bez centrálního nádraží v železničním uzlu Brno a bez návazného spojení Pelhřimov – Havlíčkův Brod), zatímco v trase přes Poříčany a Havlíčkův Brod řádově 120 až 130 mld. Kč. Tento výrazný rozdíl je dán zejména nižším počtem umělých staveb v trase HB2a oproti trasám přes Benešov. K dalšímu výraznějšímu prodražení trasy může dojít ve snaze o vhodnější průchod oblastí kolem vodní nádrže Švihov.

6.4 Návrh etapizace

6.4.1 Etapizace spojení Praha – Brno

Z pohledu celkové etapizace záměru Rychlého spojení Praha – Brno je respektována etapizace, navržená v předchozí dokumentaci (VRT Praha – Brno, 2010). Tato etapizace byla založena na postupném využívání stavby, prioritně se zahájením provozu v nejexponovanějších úsecích.

Z toho důvodu je prvním úsekem, navrženým k výstavbě, úsek Praha – výh. Vykáň (resp. odb. Tatce) včetně zečtyřkolejnění úseku Praha-Libeň – Praha-Běchovice. Tato etapa umožní částečné zlepšení dopravních poměrů na rameni Praha – Kolín a odstraní závažné kapacitní nedostatky v zaústění tratě č. 011 do železničního uzlu Praha.

Další etapou je navrženo zkapacitnění v oblasti vstupu do železničního uzlu Brno, tj. úsek Velké Meziříčí – Brno hl.n. (ovšem v návaznosti na definitivní cílovou podobu železničního uzlu).

Následující třetí etapa výh. Vykáň – Havlíčkův Brod (resp. Jihlava) již může přinést výrazné zkrácení cestovní doby Praha – Vysočina, cca o 60 minut oproti dnešnímu stavu. Poslední etapu je navrženo propojení Jihlava – Velké Meziříčí.

Lze konstatovat, že až realizace celého záměru přinese pro spojení Praha – Brno požadované efekty, kterými jsou zejména řešení kapacitních problémů ve stávající železniční síti na straně jedné a zásadní zkrácení cestovních dob jakožto příležitost pro skokové zvýšení konkurenceschopnosti a atraktivity železniční dopravy na straně druhé. To se týká nejen vlastního záměru VRT, ale i návazných staveb (zkapacitnění centrální oblasti železničního uzlu Praha, modernizace železničního uzlu Brno).

Rozhodně však bude záležet na kontinuitě (srovnatelném objemu staveb) v jednotlivých letech, než na vlastních stavebních úsecích. Z tohoto pohledu bude více určujícím faktorem rychlost přípravy jednotlivých úseků.

7 PŘÍLOHY

- P.1.1 Seznam rozhodujících mostních objektů
- P.1.2 Přehled vhodných konstrukčních řešení vybraných významných mostních objektů
- P.2 Seznam tunelů
- P.3.1 Výchozí návrh rozsahu dálkové osobní dopravy v ŽUP
- P.3.2 Schéma navrhovaného linkového vedení na VRT ve scénářích
- P.4 Přehled jízdních a cestovních dob
- P.5.1 Kolejové schéma zaústění VRT do ŽUP
 - Výchozí stav
- P.5.2 Kolejové schéma zaústění VRT do ŽUP
 - Varianta úplná čtyřkolejka a optimalizace ŽST Praha-Libeň
- P.5.3 Kolejové schéma zaústění VRT do ŽUP
 - Varianta úplná čtyřkolejka a optimalizace ŽST Praha-Libeň se spojkou Jahodnice
- P.6 Technologické výpočty
- P.7.1 Model provázení vlaků - varianta HB2a, nižší scénář
- P.7.2 Model provázení vlaků - varianta HB2a, vyšší scénář (var. 300)
- P.7.3 Model provázení vlaků - varianta HB2a, vyšší scénář (var. 350)
- P.8.1 Přehledná situace propojení variant HB2f-HB2a
- P.8.2 Podélný profil propojení variant HB2f-HB2a, kolej č.1
- P.9 Přehled investiční náročnosti ve variantách