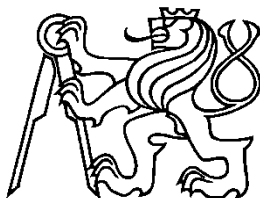


# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ - Ústav dopravních systémů

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



## VYSOKORYCHLOSTNÍ TRATĚ

vypracoval : Lukáš Němec

rok : 2010/2011

# MODERNIZACE III. TRANZITNÍHO ŽELEZNIČNÍHO KORIDORU, ÚSEK PRAHA – BEROUN

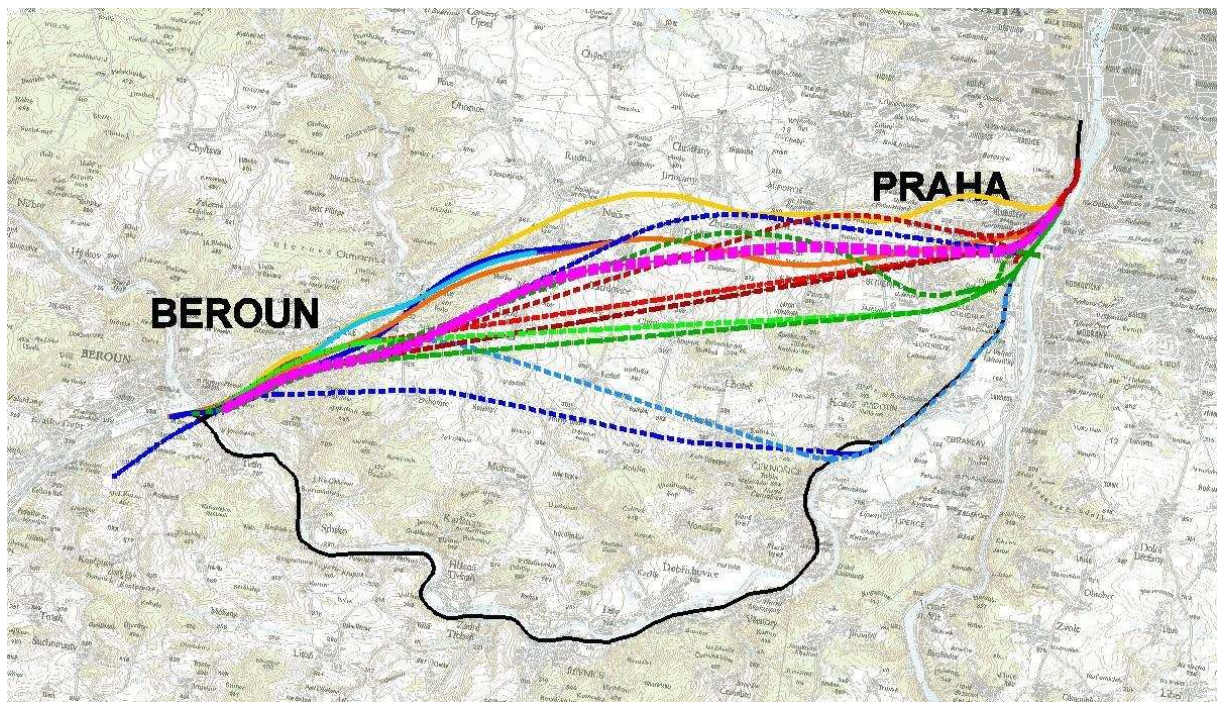
## 1. Úvod

13.7.2005 byla vládou ČR schválena modernizační varianta tzv. západní části III. tranzitního železničního koridoru (TŽK) v úseku Praha – Plzeň – státní hranice. Tento úsek je součástí IV. koridoru evropské sítě železničních magistrál Lwov - Čierna na Tisou - Žilina - Ostrava - Olomouc - Praha - Plzeň - Frankfurt – Paříž a je proto považován za prioritní.

Součástí tohoto koridoru je i úsek Praha – Beroun. Dnes vede z Prahy do Berouna dvoukolejná železniční trať z Prahy-Smíchova přes Prahu-Radotín, Řevnice, Zadní Třebáň a Karlštejn. Trať prochází nejprve silně urbanizovanou krajinou dále údolím řeky Berounky a chráněnou krajinou oblastí Český kras. Stávající železniční trať, s úseky s maximální dosažitelnou rychlostí 80 km/h, neumožňuje ani po optimalizaci dosáhnout zásadnější zvýšení rychlosti dopravy. Dále se ukázaly další zásadní problémy například rozpor na splnění hygienických předpisů v oblasti hluku a správou CHKO Český kras na instalaci protihlukových stěn nebo komplikovaný průchod městem Černošice. Z těchto důvodů investor (Správa železniční a dopravní cesty, státní organizace) od tohoto projektu upustil a začaly se hledat nové možnosti řešení. Výsledkem byla studie zcela nové tratě Praha – Beroun ve stopě výhledové vysokorychlostní tratě pomocí dlouhých tunelů.

## 2. Historie přípravy stavby

Postupně bylo zpracováno mnoho variant nové tratě, které částečně procházely tunely různých délek a částečně byly trasovány v poměrně urbanizovaném západním okraji pražského regionu. Tyto varianty se však z postupem času ukázaly jako nákladné, přičemž jejich projednatelnost byla velmi obtížná. Jako další možnost se ukázalo přímé spojení Prahy z Berounem s využitím dlouhých tunelů. Vzniklo tak několik dalších variant nové železniční trati, které se od sebe lišily především zapojením do železničního uzlu Praha a způsobem překonání říčky Loděnice v oblasti říčky Svatý Jan pod Skalou. Důležitým kritériem při rozhodování o výsledné variantě trati byla rizika při výstavbě a provozování takto dlouhých tunelů. Z tohoto důvodu byla zpracována riziková analýza. Jako jedno z hlavních rizik při výstavbě tunelu byl označen průchod tunelovacího stroje územím s možným výskytem krasových jevů. Aby bylo toto riziko minimalizováno byly vytvořeny další trasy železničního spojení, u kterých byl průchod tunelovacích strojů takovým územím omezen na minimum. Po porovnání všech variant byla jako optimální vybrána varianta trasy označována jako fialová s jedním tunelem Barrandov dlouhým přes 24 km.



Obrázek 1: varianty řešení

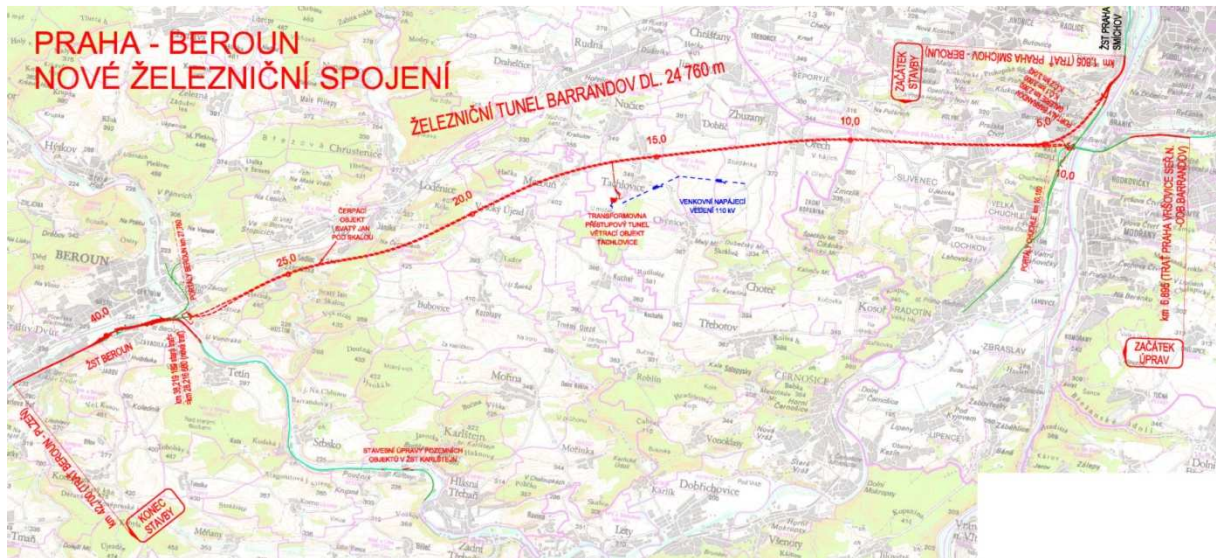
Zdroj:[1]

### 3. Základní popis stavby

Stávající trať z Prahy do Berouna je dnes velmi vytížena příměstskou dopravou z lokalit Řevnice, Černošice, Radotín do Prahy. Tato příměstská doprava by na stávající trati zůstala zachována a tudíž by se jí nové spojení Praha – Beroun netýkalo. Nové spojení by však našlo velké uplatnění u cestujících z Berouna a okolí do Prahy systémem P+R. Cestujícím z okolí Berouna by byl umožněn příjezd IAD do železniční stanice Beroun, zde vozidlo odstaví na záchytném parkovišti P+R a dále pokračuje vlakem přímo do centra Prahy (ŽST Praha Smíchov a ŽST Praha hlavní nádraží). Trasa nového železničního spojení je vedena územím rezervovaným pro vysokorychlostní trať. Z tohoto důvodu je trasa v tunelu Barrandov navržena tak, aby umožňovala provoz vysokorychlostních souprav s rychlostí až 250 – 300 km/h. Jde tedy o jakýsi zárodek vysokorychlostní tratě. Stavba umožňuje pokračování nové vysokorychlostní tratě (VRT) v úseku Beroun – Plzeň – SRN, a to budoucím průchodem VRT stanicí Beroun.

V celém úseku trasy železničního spojení Praha – Beroun není navržena žádná stanice či zastávka. Projekt však počítá kromě celé železniční stanice Beroun (osobní i nákladní nádraží) i se zastávkou Karlův Dvůr a železniční stanicí Beroun Závodí. Začátek stavebních úprav je konci ŽST Praha Smíchov, jejíž přestavba bude realizována v rámci jiné stavby „Optimalizace trati Praha hl.n.-Praha Smíchov“ současně se stavbou "Praha - Beroun, nové železniční spojení." Konec stavebních úprav je za zastávkou Králův Dvůr. Stavba obsahuje i odbočku ze směru Praha Vršovice, která začíná v ŽST Praha Krč včetně navrženého nového Integrovaného záchranného centra (HZS SŽDC), využívá stávající trať Praha Vršovice seř.nádr. – Praha Radotín (zdvojkolejnění a modernizace stávající tratě) a končí novým odbočujícím

tunelem, který se napojí na tunel hlavní tratě Praha Smíchov – Beroun. Pro zajištění potřebných kapacit pro ražbu tunelu Barrandov je upravována ŽST Beroun Závodí.



Obrázek 2

Zdroj:[1]

„Praha – Beroun, nové železniční spojení“ umožní zrychlení železničního spojení mezi těmito městy a z toho vyplývající i zkrácení cestovní doby na celém 3. tranzitním železničním koridoru ČR. Stávající trať zůstane v provozu a to zejména pro již zmiňovanou příměstskou dopravu a pro vedení nákladní dopravy nižší kategorie. V důsledku jakýkoliv závad, nehod, oprav či mimořádných událostí, může být stávající trať využita jako objíždná trasa pro novou železniční trať. Jako objíždná trasa však bude primárně určena pro přepravu nebezpečných nákladů které jsou v novém tunelu nežádoucí z hlediska bezpečnosti dopravy.

**Hlavními přínosy je tedy:**

- zkrácení 3. tranzitního železničního koridoru o více než 10 kilometrů
- zrychlení a zkvalitnění mezinárodní dopravy na rameni Praha – Plzeň – Cheb – Norimberk
- zrychlení a zkvalitnění vnitrostátní dopravy ve směru Praha – Plzeň
- zrychlení a zkvalitnění lokální dopravy z Berouna do Prahy - realizace zárodku prvního úseku vysokorychlostní tratě ve směru Praha – Plzeň - SRN
- možné vedení vlaků nejen do Prahy Smíchova, ale i do Prahy Vršovic
- zrychlení expresní a rychlé nákladní dopravy na koridoru
- odlehčení příměstskou dopravou silně zatíženého úseku Praha – Řevnice od rychlíků a vlaků vyšší kategorie včetně rychlých nákladních vlaků – stavba je novátorská v segregaci příměstské a dálkové osobní dopravy
- modernizace stávajícího průjezdu ŽST Beroun a úseku Beroun – Králův Dvůr přinášející zvýšení rychlosti až na 160 km/h, dosažení prostorové průchodnosti pro



ložnou míru UIC GC a traťové třídy zatížení D4 UIC (tato parametry jsou pro nový úsek Praha – Beroun samozřejmostí)






- úspora 47 pracovníků [3]

#### 4. Uspořádání tunelu

Po vybrání fialové varianty se jako další k posouzení dostává cca 24 km dlouhý tunel vedoucí z prostoru Barrandovské výstupní radiály k ústí Berounky. Při posuzování příčného uspořádání tunelů se vychází ze zpracované „Rizikové analýzy“. V prvních fázích přípravy se vzaly v úvahu 2 varianty řešení uspořádání tunelů. a) dvoukolejná trať v samostatných tunelech nebo b) dvoukolejná trať ve společném tunelu. Ze zkušeností zejména v alpských zemích však byla rychle prosazena varianta „a“ tedy dvoukolejná trať v samostatných tunelech spojených únikovými propojkami, což má za výhodu, že již není nutné zřizovat únikovou štolu, neboť tuto funkci zajišťuje právě jeden nebo druhý tunel.

Pro uspořádání tunelu byl určující také návrh možné etapizace výstavby. V úvahu přicházely následující varianty etapizace (viz tabulka 1):

- bez etapizace – zprovozněné obě koleje;
- etapizace s únikovou štolou;
- etapizace s druhým nevystrojeným tunelem – realizovány budou stavebně oba tunely, plně vystrojen a zprovozněn bude pouze jeden tunel, druhý bude bez vystrojení sloužit jako únikový.

Varianta etapizace	Uspořádání	Investiční náklady	Délka výstavby
Bez etapizace		<b>Σ 28,1 mld. Kč</b>	<b>Σ 8,75 roku</b>
S únikovou štolou	1.fáze 	1.f. 23,6 mld. Kč	9,25 roku
	2.fáze 	2.f. 16,5 mld. Kč	8,25 roku
	<b>Σ 40,1 mld. Kč</b>	<b>Σ 17,5 roku</b>	
S nevystrojeným tunelem	1.fáze 	1.f. 25,4 mld. Kč	8,5 roku
	2.fáze 	2.f. 3,7 mld. Kč	2,5 roku
	<b>Σ 29,1 mld. Kč</b>	<b>Σ 11,0 roku</b>	

Tabulka 1

Zdroj:[3]

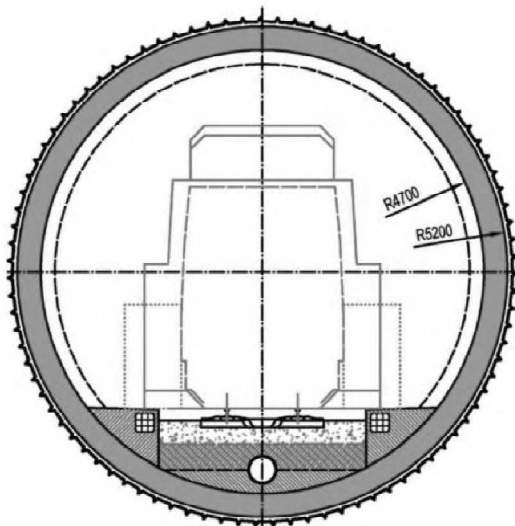
Všechny varianty byly porovnány z hlediska investičních nákladů a doby výstavby (pro úsporný „švýcarský“ profil s poloměrem ostění 4,15 m).

Jako výsledná varianta je z důvodů dopravních, ekonomických i časových zvolena realizace obou tunelů během jedné stavby, tedy bez etapizace.

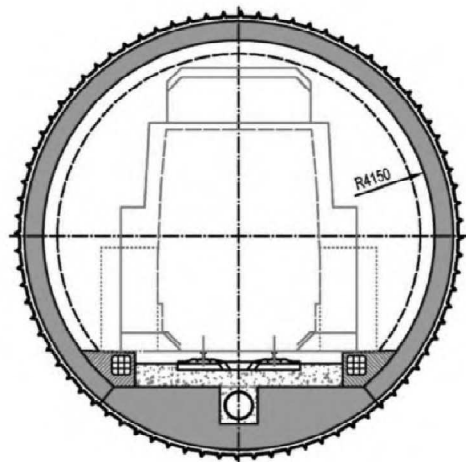
Dále bylo třeba stanovit velikost profilu jednokolejného tunelu. Zpracovatel koncepce řešení tunelu navrhl dvě varianty řešení profilu:

- velkorysý – německý profil dle DB o vnitřním poloměru 4,70 metru;
- úsporný – švýcarský profil o vnitřním poloměru 4,15 metru.

Technicky jsou oba profily stejné, avšak liší se v dosažitelné maximální rychlosti. Velkorysý německý profil vyhoví požadavkům umožňující pohyb v tunelu max. rychlostí 250 - 300 km/h. Ovšem u úsporného švýcarského profilu se ukázalo, že není možné navrhnout konvekční trakční vedení s výškou trolejového drátu 5,30 m umožňující jízdu rychlostí 300 km/h. V tomto úsporném profilu je max. dosažitelná rychlost pouze 200 km/h.



**Náklady cca 33,2 mld.Kč**



**Náklady cca 28,1 mld.Kč**

Obrázek 3: Velkorysý a úsporný profil

Zdroj:[3]

V následujícím ekonomickém porovnání variant profilů tunelů je opět uvažována i etapovitost výstavby.

Varianta řešení	Plocha výrubu tunelu [m <sup>2</sup> ]	Plocha výrubu štoly [m <sup>2</sup> ]	Poměr nákladů na 1km trasy ražené TBM [%]	Poznámky
Jednokolejný tunel dle směrnic DB, pro rychlost do 300 km/hod + úniková štola	88,3	18,4	100	Základní řešení
1 dvoukolejný tunel pro rychlost do 160 km/hod + úniková štola	125,7	18,4	135	
2 jednokolejné tunely „Švýcarský“ úsporný typ pro rychlost do 200 km/hod	2x70,9=141,8	0,0	133	
Etapovitá výstavba - 2 jednokolejné tunely „Švýcarský“ úsporný typ pro rychlost do 200 km/hod + úniková štola	2x70,9=141,8	18,4	150	
2 jednokolejné tunely dle směrnic DB. Pro rychlost do 300 km/hod	2x88,3=176,6	0,0	166	
Etapovitá výstavba - 2 jednokolejné tunely dle směrnic DB. Pro rychlost do 300 km/hod + úniková štola	2x88,3=176,6	18,4	183	

Tabulka 2

Zdroj: [2]

## 5. Koncepce železničního svršku

U této koncepce bylo zapotřebí řešit dvě problematiky a to návrh vlastní geometrie polohy koleje a dále posouzení možnosti použití pevné jízdní dráhy v tunelu.

Při vlastním návrhu trasy provedeným na rychlost 300 km/h bylo nutné postupovat dle Technických specifikací interoperability a hlavně pak ENV 13803-1 s přihlédnutím k poměrům na tratích SŽDC. ČSN 73 63 60 návrh koleje pro rychlosti na vysokorychlostních tratích neřeší.

V podmínkách stavby pevné jízdní dráhy (PJD) "Praha - Beroun, nové železniční spojení" se dají hlavní přínosy a naopak nevýhody shrnout do bodů:

- + nižší konstrukční výška a zajištění neměnné polohy koleje a z toho vyplývající možné zmenšení velikosti tunelového profilu;
- + možnost pojíždění některých konstrukcí PJD automobilovou technikou (např. v případě nehod – sanitní a hasičské vozy);
- + delší životnost (až 60 let) a nižší provozní náklady;

- omezená úprava GPK, což přichází v úvahu u převýšení vzhledem k nižším rychlostem v první fázi provozu;
- vyšší investiční náklady (1,5 a 2 násobné);
- komplikace u některých typů PJD ve výhybkách v kolejových rozpletech.

Použití PJD zlepšit kvalitu unikové cesty a tudíž i zvýší rychlost evakuace unikajících osob, z tohoto důvodu lze navrhnout dvojnásobné vzdálenosti příčných propojek mezi oběma tunelovými rovinami. Dále PJD zaručuje stálost geometrie koleje, což umožňuje zmenšit velikost profilu tunelu o 20 cm na průměru. Z toho vyplývá zásadní úspora investičních nákladů, kdy navýšení těchto nákladů pro PJD ve výši cca 1,00 mld. Kč je eliminováno menším profilem tunelu a menším počtem příčných propojek o 0,97 mld. Kč.

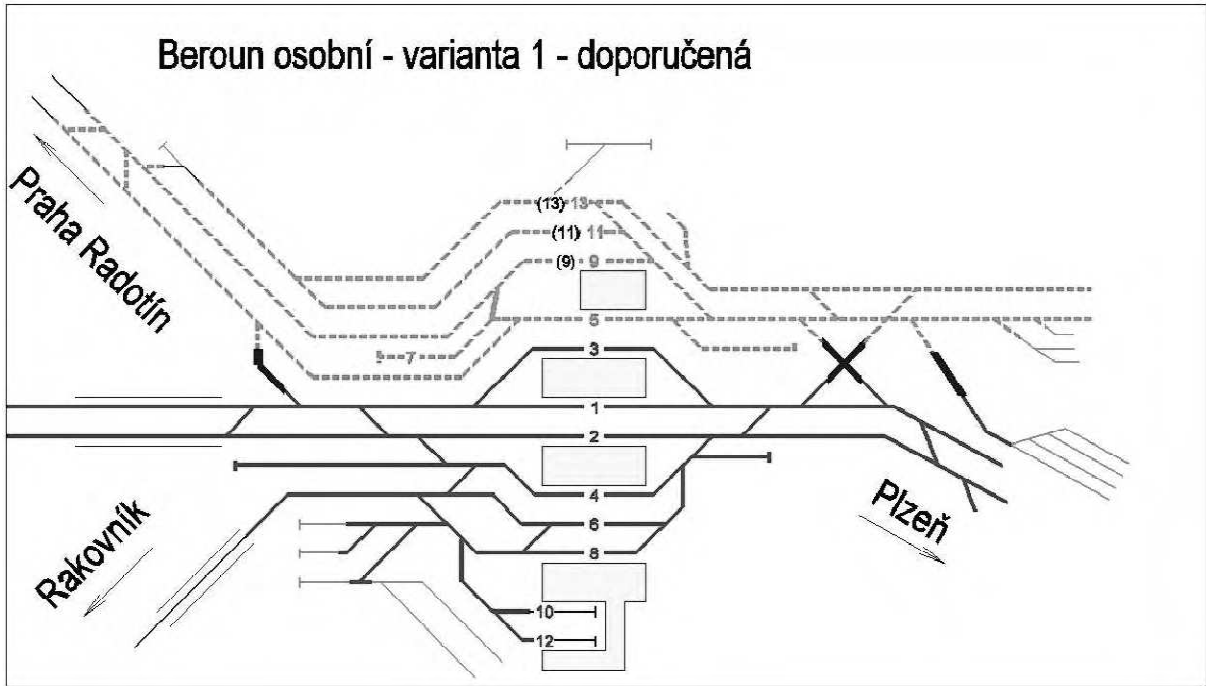
## 6. Železniční stanice Beroun

Realizací nového železničního spojení mezi Prahou a Berounem dojde ke dvěma zásadním změnám:

- úplná změna na pražském zhlaví z důvodu zaústění nové tratě, která po realizaci celé vysokorychlostní tratě Praha – Plzeň bude spojkou mezi VRT a optimalizovanou stávající tratí;
- přeřešení osobního nádraží z důvodu nového styku trakčních proudových soustav, neboť nová trať bude elektrifikována střídavou soustavou, stejně jako průtah stanicí Beroun, přičemž v osobním nádraží bude třeba zachovat část kolejiště pod stejnosměrnou trakci z důvodů příměstské dopravy Praha-Smíchov – Řevnice – Beroun po stávající trati elektrizované stejnosměrným trakčním systémem.

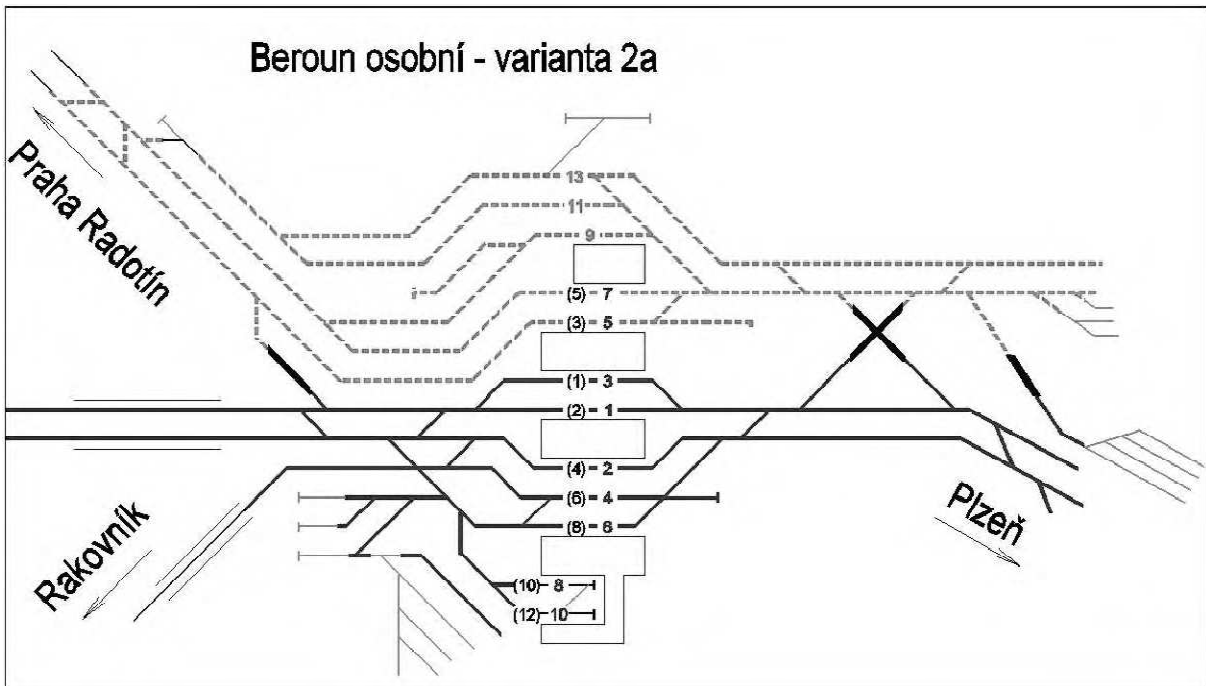
Úpravy osobního nádraží byly navrženy ve třech variantách, přičemž po jejich projednání zůstalo u variant dvou, které se liší počtem nástupních hran ve „stejnoseměrné“ části nádraží (viz obrázek 4 a 5) – ve variantě 1 dvě hrany a ve variantě 2 tři hrany. Jako výsledná byla vybrána varianta 1. [3]





Obrázek 4

Zdroj: [3]



Obrázek 5

Zdroj: [3]

## Literatura:

- [1]. *Praha Beroun nové železniční spojení* [online]. 21.11.2007 [cit. 2011-01-04]. Praha-beroun.cz. Dostupné z WWW: <[praha-beroun.cz/index.php?t=article&n=clanek-domu-1](http://praha-beroun.cz/index.php?t=article&n=clanek-domu-1)>.
- [2]. Ing. RŮŽIČKA, Jiří; Ing. HASÍK, Otakar MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍ TRATĚ PRAHA - BEROUN. In [online]. [s.l.] : [s.n.], 2007 [cit. 2011-01-04]. Dostupné z WWW: <[mo.ttnz.cz/wordpress/wp-content/uploads/dokumenty/Modernizace\\_zeleznicni\\_trate\\_Praha\\_-\\_Beroun.pdf](http://mo.ttnz.cz/wordpress/wp-content/uploads/dokumenty/Modernizace_zeleznicni_trate_Praha_-_Beroun.pdf)>.
- [3]. Ing. KRSEK, Miroslav PRAHA - BEROUN, NOVÉ ŽELEZNIČNÍ SPOJENÍ. In [online]. [s.l.] : [s.n.], 29.3.2007 [cit. 2011-01-04]. Dostupné z WWW: <[vrt.fd.cvut.cz/data/dokumenty/pha\\_beroun-prednaska.pdf](http://vrt.fd.cvut.cz/data/dokumenty/pha_beroun-prednaska.pdf)>.