

Pavel Houda¹

Perspektivy bimodální tramvaje v Praze

Klíčová slova: *bimodální tramvaj, tramvlak, dopravní systém, integrace dopravy*

Úvod

Úvodem bych se rád zmínil o tom, že následující článek není v žádném případě studií nebo návrhem projektu. Není ani podán jako stanovisko žádného dopravce nebo orgánu dopravního systému. Jedná se jen o prezentaci technických dat a návrhu řešení určité dopravní strategie z mého hlediska, které tímto uvádím jako námět do odborné diskuse.

V sousedním Německu je systém využití bimodálních tramvají (užívá se i termín „tramvlak“, „vlakotramvaj“) zaběhlý již v několika městech. Mnoho odborníků dává za příklad dopravní integrace v Karlsruhe či Saarbrückenu. I v našich podmínkách by bylo možno s podobným využitím tramvají na vlakových tratích počítat. Co je však třeba udělat ještě před tím, než se obě trati v určitém místě napojí?

Pochopitelně je nutné vybrat vhodné lokality, která jsou v místech, kde se přibližuje trať tramvajová k trati vlakové a je zde dostatek prostoru, aby bylo možno obě vzájemně propojit. Zároveň je vhodné, aby výhybkové napojení vzniklo uvnitř železniční stanice, kde je jednodušší zapojit i zabezpečovací zařízení a mít dohled nad přechodem tramvají na železniční trať a opačně. Napojení na širé trati by způsobilo nutnost složitějších úprav zabezpečení jízd vlaků i tramvají, případně zvýšení počtu zaměstnanců.

1. Technické podmínky propojení železnice a tramvaje

1.1 Způsob napájení (trakční vedení)

Toto vzájemné propojení systémů přináší i mnoho problémů, které je třeba řešit již od prvopočátku. Prvním problémem propojení obou subsystémů je napájení trakčním vedením. Ve městě se využívá nízkého napětí, zvláště z důvodu toho, že se po ulicích pohybují další subjekty. Stržením troleje s vysokým napětím uvnitř města by bylo v ohrožení civilní obyvatelstvo. Oproti tomu na železnici se používá vysokého napětí (v podmínkách ČD je to buď stejnosměrný proud o napětí 3000V nebo střídavý o napětí 25kV. Bimodální tramvaj tedy musí být minimálně dvousystémová. V případě s problematickým propojením obou systémů nebo dostupnosti míst, kde není možné zavést trakční vedení se nabízí i možnost pomocného dieselového pohonu. Čím složitější jsou vzájemné rozdíly systémů, tím je pochopitelně dražší i realizace.

¹ Pavel Houda, Ing. (1962) je absolventem VŠDS v Žilině – obor Provoz a ekonomika železniční dopravy, v současné době pracuje u ČD, a.s. a vykonává funkci vedoucího technické skupiny uzlové železniční stanice Praha Libeň.

1.2 Železniční svršek a typ kolejnic

Druhým bodem, kde dochází k rozdílům, je železniční svršek a typy kolejnic obou systémů. Okolky tramvajových vozů jsou upraveny tak, aby vyhovovaly tramvajové trati, ale není možné jich využít na trati železniční. Tvar okolků je pro železniční tvary kolejnic zcela nevyhovující. Ve městech, kde je již léta zavedená tramvajová doprava, to tedy znamená na místech, kde se počítá s využitím bimodálních tramvají, vyčlenit tramvajové těleso mimo ostatní komunikace tak, aby bylo možné použít typy kolejnic běžné na železničních tratích, které mohou být pojížděny vozy s tvarem okolků běžných u železničních vozů. V České republice existuje několik jízdních profilů tramvajových kol. Ostrava má profil prakticky shodný s železničním. Praha, Most, Liberec, Plzeň a Olomouc používají profil se šířkou obruče pouhých 90 mm. Samotné použití tramvajového kola běžně používaného např. v Liberci je na železničních kolejnicích S49, při dodržení určitých pravidel týkajících se především výšky okolku, v zásadě bezproblémové. Problém však nastává u výhybek. Zde totiž není z důvodu mnohem menší šířky tramvajového kola, a tím většího rozkolí u tramvaje (1384 mm, na železnici 1360 mm), zajištěno kvůli vzdálenosti přídržnice směrové vedení kola. Malá šířka tramvajového kola může působit problémy i na srdcovkách. Použití železničního kola není možné v tramvajové síti, protože šířka a hloubka žlábků u typů kolejnic používaných v Praze a ostatních městech (s výjimkou Ostravy) je pro železniční kolo nedostatečná. Výška okolku železničního kola nevyhovuje na srdcovkách tramvajových výhybek, kde probíhá odvalování kola po temeni okolku. V zásadě existují tři řešení přístupu k problému:

- kdyby mělo být i na železniční trati umožněno používání tramvajového kola, znamenalo by to buď úpravu přídržnic na tramvajové rozkolí, to by ale vyloučilo provoz železničních vozidel, což by znamenalo větší náklady na úpravu a udržování železniční tratě
- v případě použití železničního kola u vozidel kombinovaného systému by zase bylo třeba použít jiné tvary kolejnic u tramvajových tratí, což by znamenalo nutnost rekonstrukce svršku na úsecích pojížděných těmito vozidly. Vzhledem k nutnosti použít kolejnice se širším žlábkem by nebylo možné použití panelů BKV (tato možnost se jeví jako nejsnáze dostupná k uvedení do provozu).
- vyvinout nový tvar kola umožňující jízdu v obou kolejových systémech. V tomto případě je nutné se vývojem kola začít zabývat v předstihu z důvodu doby potřebné na vývoj a zkušební provoz.

1.3 Nástupiště

Třetím rozdílem jsou výšky i šířka nástupišť u MHD a železnice a rovněž vzdálenosti nástupištních hran od osy koleje. Komplikace vznikají i se zajištěním bezbariérového přístupu, a to z důvodu výrazně vyšších nástupišť na železnici. Konkrétně, všechny české tramvaje jsou stavěny pro nástup z úrovně ulice nebo jen několik desítek mm vysokých nástupišť. Nástupiště ČD jsou ve výšce od 250 mm (sypaná) do 550 mm nad temenem kolejnice. Pro zajímavost, všechna v ČR používaná tramvajová vozidla mají naprosto nevyhovující obrys spodní části podvozku. Ironií je, že nejnižší místo, je výpustný šroub olejové náplně převodovky. Pokud budou vozidla nízkopodlažní a budou vyhovovat výšce nástupištních hran městské dopravy, v případě normalizovaných nástupišť železnice (550 mm nad temenem kolejnice) budou jednotky utopeny pod těmito hranami nástupišť. I

v tomto případě by muselo dojít v rámci přebudování kolejového svršku na vybraných trasách tramvajové trati k budování zvýšených nástupištních hran vhodných pro integrovanou dopravu. Rozdílná šířka vozidel obou systémů má za následek z toho vyplývající i rozdílnou vzdálenost nástupištní hrany od osy koleje. V současné době používané vozy v tramvajových provozech v ČR jsou široké 2,5 m, naproti tomu vozidla železniční kolem 3 m. Tomu jsou i přizpůsobeny vzdálenosti nástupištních hran od koleje, u tramvaje 1300 – 1350 mm, u železnice 1655 – 1667,5 mm. I když by v kombinovaném provozu byly používány vozy s maximální šířkou přípustnou pro tramvajová vozidla 2,65 m, je vzniklá mezera mezi vozidlem a nástupištěm na železnici stále příliš velká. Tuto mezeru je třeba překlenout výklopným nebo výsuvným stupněm.

1.4 Stavba vozidel vhodných pro společný provoz

Před zavedením bimodální tramvaje je třeba vyřešit ještě řadu dalších technických a legislativních problémů. Na začátek je třeba zdůraznit, že se v žádném případě na železničních úsecích nepočítá s provozem tramvají T3 nebo jiných v současnosti u nás provozovaných tramvají. Je tedy nutno vyvinout a pořídit zcela nová vozidla, která by vyhovovala podmínkám drážního provozu a přitom měla jízdní vlastnosti srovnatelné s tramvajemi. Vozidlo musí být od počátku projektováno jako hybridní. Odvozování hybridního vozidla modifikací stávajících, byť progresivně řešených tramvajových vozů, nemůže vést k dosažení vyhovujících provozně ekonomických parametrů.

Problémem principiálního významu jsou hmotnost a odtud i koncepce mechanické části vozidla. Z důvodu optimálního využití jeho délky a současně i hmotnosti se volí uspořádání článkové s normální, případně nízkou podlahou. Vozidlo či jednotka musí být vybaveno řidičským stanovištěm na obou koncích. Délka článkového vozidla se pohybuje mezi 30 a 36 m při nápravové hmotnosti 7 – 8,5 t (při obsazení všech míst k sezení). Hodnoty parametrů vyplývají z podmínek provozu na pouličních tratích. Projektově i výrobně technologicky náročnou záležitostí je dosažení výše zmíněných směrných ukazatelů při řešení vozidla jako dvousystémového ve smyslu trakčních proudových soustav (v ČR 600-750/3000 V ss, eventuálně 600-750 V ss/25kV 50Hz), kdy k tradiční tramvajové elektrické výzbroji přibude buď transformátor s usměrňovačem nebo vstupní snižovací stejsnosměrný pulsní měnič. Mimořádně náročná je i podmínka umístění veškerých trakčních zařízení mimo prostor pro cestující tak, aby byl celý půdorys vozidla využitelný pro dopravně komerční účely. Zbývá pak jediná možnost umístění elektrických trakčních zařízení do střešního a podpodlažního prostoru. Zvládnutí tohoto úkolu je možné pouze za cenu použití komponentů elektrické části v úrovni současné high-tech a špičkových materiálůvých a výrobních technologií v mechanické části. Za určitých okolností se může jevit jako účelné řešení hybridního tramvajového vozu jako dvouzdrojového, tj. napájením z trakčního vedení proudovou soustavou 600 – 750 Vss a v mimoměstských traťových úsecích z termoelektrické zdrojové soustavy. Tato zdrojová soustava se spalovacím motorem může být součástí trakční výzbroje hybridního vozidla, nebo může být použit zdrojový tendr (powerpack) připojovaný při přechodu na mimoměstskou trať. Na jeden z největších problémů narazíme v souvislosti s pevností vozidlové skříně. Legislativa (zákon o drahách a dopravní řád drah) jednoznačně stanovuje pevnostní kritéria pro drážní vozidla provozovaná na dráze celostátní, regionální či vlečce. Tato kritéria zdaleka nespĺňuje ani jedno tramvajové vozidlo používané v ČR, ať se jedná o pevnost čela skříně nebo o čelní okno. Proto je třeba zvláštní pozornost věnovat otázce pasivní bezpečnosti, resp. tuhosti skříně v podélném směru. Řešení uplatňovaná u dosavadních aplikací hybridních tramvajových vozidel zastávají výrazně pozici aktivní bezpečnosti. Prostředky k tomu jsou

instalace vlakového zabezpečovače a systému kontroly bdělosti, které jsou aktivovány v železničním provozním režimu. Dále podporuje tento bezpečnostní koncept vysoké dosažitelné zábrzdné zpomalení, které dosahuje z rychlosti 100 km/h střední hodnotu $1,6 \text{ ms}^{-2}$, což odpovídá zábrzdné dráze 241 m. Přitom dosažitelné zábrzdné zpomalení v nouzovém brzdovém režimu dosahuje hodnoty až $2,7 \text{ ms}^{-2}$. Uvedené údaje odpovídají konkrétním aplikacím a na nich realizovaným brzdovým zkouškám. [1]

1.5 Legislativa a zabezpečovací zařízení

Pak již nastupují problémy více legislativní. Strojvedoucí musejí znát předpisy pro oba subsystémy, vstup tramvaje na železnici musí být zajištěn v dopravně tak, aby nemohl napojením na širé trati ohrozit další vlakovou dopravu, musejí se vypracovat předpisy, za jakých podmínek je vůbec možno na železniční trať vstoupit a upravit podle toho i návštěi a návštěidla. Dalším oříškem bude i vytvoření takového zabezpečovacího zařízení, které by nejen zajistilo bezpečný vstup bimodální tramvaje na železniční trať, ale i napomáhalo jejímu pohybu po běžných komunikacích. Zřejmě nejvhodnějším prostředkem bude i obdoba vlakového zapojovače nebo jakéhosi palubního počítače, který umožní strojvedoucímu sledovat stav zabezpečovacího zařízení na trati před ním a aktuálně jej informovat s předstihem o návěstech, které má očekávat.

Do řešení těchto problémů se musí zapojit řada právních subjektů od ministerstva dopravy přes městské samosprávy až po drobné soukromé dopravce. Tyto subjekty však musí i bojovat o finanční prostředky proti lobbystickým tlakům výrobců automobilů a stavitelů dálnic.[2]

Charakteristický znak	Železnice	Tramvaj
Maximální sklon trati	obvykle méně než 40‰	obvykle 40 - max. 90 ‰
Zabezpečovací systém	jednotný	nejednotný
Vlakový zabezpečovač	povinný	nepožadován
Způsob řízení vozidla	podle návěstních znaků, resp.podle vlakového zabezpečovače	zásadně podle rozhledu, pouze na křižovatkách podle návěstních znaků
Telekomunikace	jednotná	nejednotná
Trakční proudová soustava	podle standardu 1,5 nebo 3,0 kV ss, 15 kV, 16,7 Hz, 25 kV, 50 Hz	600 případně 750 V ss
Výška trolejového drátu nad TK	obvykle min. 5,1 - 5,2 m	obvykle min. 4,7 m
Předpisová závaznost	vyhlášky UIC	národní normy a směrnice

tabulka nejmarkantnějších rozdílů mezi oběma systémy [3]

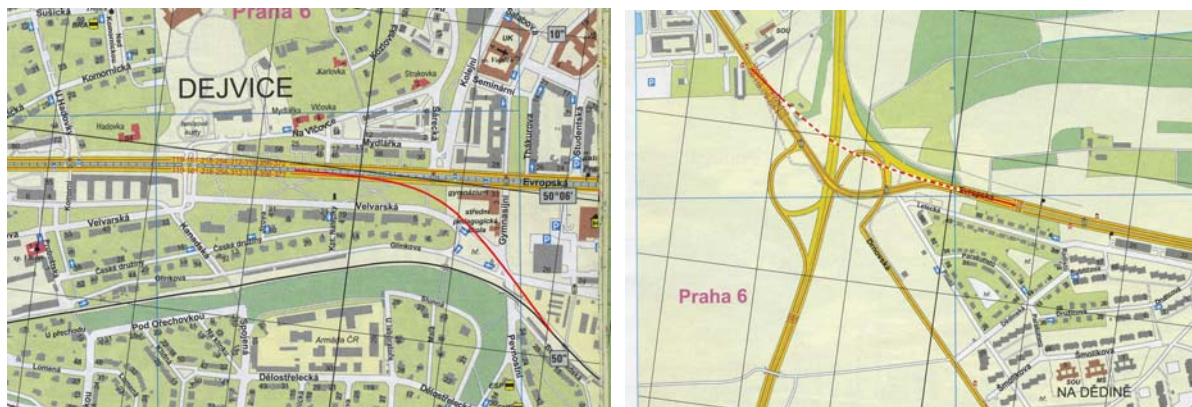
Co se týče zabezpečovacího zařízení, je nutno se držet požadavku zabezpečení jak jízdy vlaků, tak i bimodálních tramvají. V rámci přechodu tramvlaku na železniční trať bude vše součástí železničního zabezpečovacího zařízení (izolované kolejové úseky, ústředně stavěná výhybka s dohledem, přenos signálu zabezpečovacího zařízení na bimodální tramvaj – obdoba vlakového zapojovače). Jinak je tomu uvnitř aglomerace. Zde je potřeba kromě již známého a používaného zařízení, které umožňuje přestavování výhybek na křižovatkách, využít i zařízení takového, které umožní u tramvají, které přecházejí z železniční tratě a mají jakousi přednost na pozemních komunikacích, obsluhu semaforů na křižovatkách podobně, jak je tomu u ovládání tlačítek na přechodech pro chodce. Řidič tramvaje na určeném úseku trati (místo bude označeno návěstí) obslouží tlačítko, které dálkově přeneše signál na křižovatku vzdálenou v rozmezí 100 až 200 metrů (podle předpokládané rychlosti v daném úseku). Zde zařízení připraví změnu signalizace ve prospěch bimodální tramvaje tak, aby měla zelenou v době, kdy přijíždí ke křižovatce. Toto je možné samozřejmě pouze v případě, že pojedou tramvaj po vlastním tělese a plánovanou rychlostí, aby nebyla omezena ostatní povrchovou dopravou. V centrech měst je možno zařízení provozovat taktěž, avšak s tou obměnou, že si řidič obslouží tlačítkem semafor až těsně před křižovatkou. Nejvhodnější variantou zaústění tramvajové trasy do centra města je víceúrovňová trať. Pojedou-li tramvaje odděleně od pozemních komunikací (nad zemí či pod zemí) nedojde k vzájemnému ovlivňování a kolejová vozidla mohou snadno dosahovat kratších jízdních dob i ve městě.

2 Návrh konkrétních lokalit vhodných k propojení systémů

2.1 Praha Dejvice – Praha Ruzyně

Velice často zmiňovanou problematikou je rychlodráha na letišti. Stále se uvažuje o využití stávající železniční tratě s novou přeložkou kolem letiště směrem na Kladno. Proč tedy nevyužít i tramvajovou trať z Dejvic do Divoké Šárky s prodloužením po vlastním tělese a mimoúrovňovým překonáním dálniční spojky na konci Evropské třídy, dále pak Dlouhou Mílí kolem starého letiště až k odbavovací hale letiště nového? S přispěním kladenského úřadu a Středočeského kraje by pak bylo možné pokračovat s tratí pro lehké bimodální tramvaje přes Středokluky dále do Kladna.

Jaké jsou největší překážky kromě těch, které byly zmíněny výše? Především elektrifikace tratě z Prahy Buben přes Prahu Dejvice až k místu, kde by trať přešla v blízkosti Velvarské a Gymnazijní ulice za budovou střední pedagogické školy a gymnázia na tramvajovou trať na Evropské třídě.



Dále je nutné na konci Evropské třídy zvolit ze dvou variant, zda překonat novou dálniční spojkou k letišti mimoúrovňově či za pomoci výše zmíněného zabezpečovacího zařízení. Své slovo by zde měl mít odbor dopravy pražského magistrátu i případný investor akce. Vlastní těleso trati zajišťuje vyšší stupeň bezpečnosti dopravy. Je nutné vybudovat nástupištní hrany o výšce 550 mm nad temenem kolejnice, a to není nutné ve všech tramvajových zastávkách, ale pouze ve vybraných, které budou sloužit k zastavování bimodální tramvaje (nejvhodnější by zřejmě byla varianta každé druhé zastávky). Aby byla možnost použití zastávky i pro běžnou tramvajovou dopravu, musela by se skládat ze dvou částí – nižší (tramvajová) a vyšší (vlaková), které by navzájem plynule přecházely pozvolným sklonem dle normy.

2.2 Praha Modřany

Dalším místem, které již bylo v odborných kruzích zmiňováno je spojení železniční trati Praha Vršovice – Vrané nad Vltavou s tramvajovou tratí u zastávky Praha Modřany. Tímto spojením by se umožnilo tramvlaky zajíždět do turisticky i rekreačně velice zajímavých míst jako je Dobříš či Davle (případně až Jílové u Prahy). Pro tramvajovou trať podél Vltavy z Podolí do Modřan platí stejné podmínky jako v minulém případě. Pouze pokračování dále do centra bude poněkud problematictější vzhledem k úzké vozovce a velkému rozvoji individuálního automobilismu v Praze. Pokračování po železnici je ve složitých podmínkách staré trati (Posázavského pacifiku) bez trakčního vedení. Problematické zatrolejování se může jevit především v tunelu u Jarova, v úseku trati od Měchenic k Mníšku a dále i v úseku mezi Davlí do Jílovým. Pokud by se jednalo pouze o trakční vedení lehkého typu – právě podobné konstrukce jako je u tramvajových tratí, bylo by zřejmě možné používat bimodálních tramvají. Pokud by se tento problém nepodařilo odstranit, museli bychom se spokojit s provozem dieselových vozů či jednotek.



2.3 Praha Vysočany

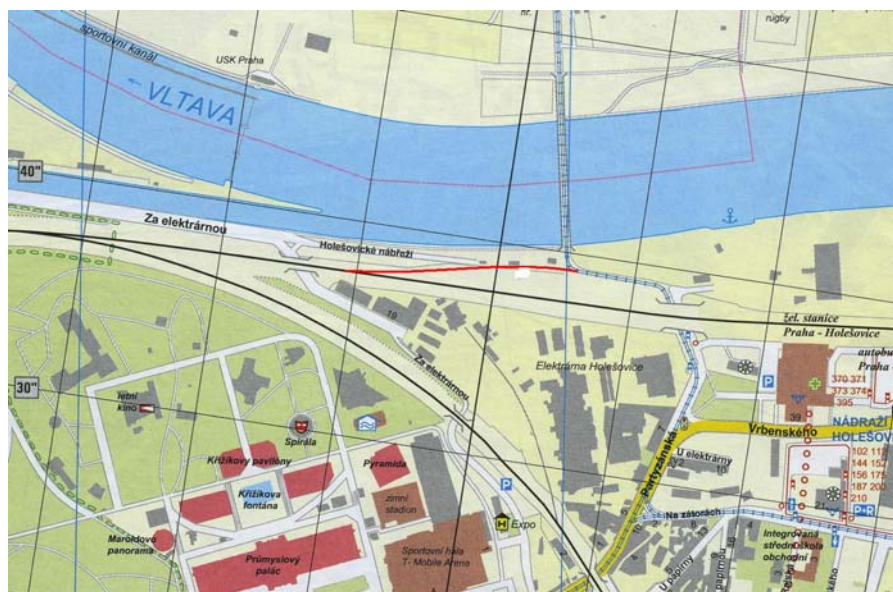
Velice nenáročným se jeví spojení železniční trati Praha Vysočany – Lysá nad Labem (příp. Všetaty) v železniční stanici Prahy Vysočany se smyčkou železniční trati v ulici Pod pekárny. Zde chybí jen několik metrů koleje.



V tomto případě je napojení vhodné hned ze dvou důvodů. Může spojit zamýšlenou novou tramvajovou trať mezi Prahou Kbely a Starou Boleslaví přes Brandýs nad Labem s pražskými tramvajovými linkami a zároveň může umožnit spojení Prahy s Milovicemi přes Lysou nad Labem. V obou případech bude nutno elektrifikovat. V jednom je to úsek mezi Prahou Vysočany a Prahou Kbely, ve druhém trať z Lysé nad Labem do Milovic. Součástí společného úseku by měla být i projektovaná zastávka Praha Rajska zahrada. Ve směru do Prahy po tramvajových linkách se nabízí několik variant, které umožňuje poměrně široké rozvětvení tras za zastávkou Palmovka. Vhodnými pro vedení bimodální tramvaje uvnitř města jsou samostatné těleso přes Krejčárek s napojením Žižkova, trať po Sokolovské ulici po vlastním tělese směrem na Florenc, spojení s holešovickým nádražím přes Libeňský most nebo trať do Ďáblic kolem Bulovky.

2.4 Praha Holešovice

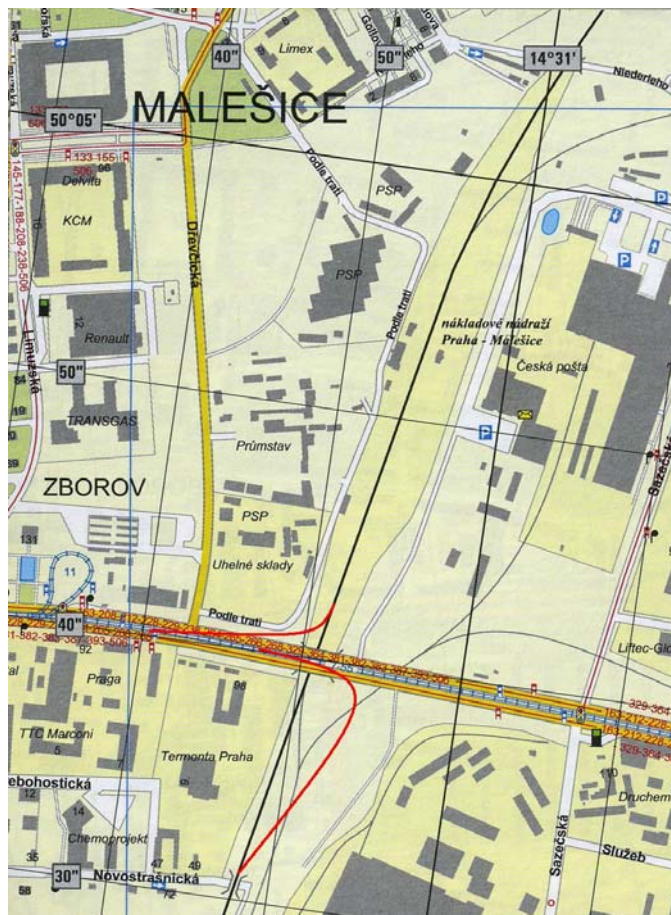
Když jsem již zmínil nádraží Praha Holešovice, i zde je možno napojit trať od Kralup nad Vltavou na trať tramvajovou. Umožní to odstavné kolejiště, které je výškově i vzdálenostně velice blízké pontonovému mostu přes Vltavu, kterým je možno pokračovat Trojskou ulicí vzhůru do Kobylis nebo opačně pod železniční tratí v výstavišti či na Palmovku.



Tato možnost nabízí variantu průjezdu Prahou po tramvajové trati a pokračováním na obě strany po tratích železničních za využití napojení v Praze Holešovicích a Praze Vysočanech. Při pořádání různých akcí v T-mobile aréně nebo na pražském výstavišti by bylo možné zajet z příměstských oblastí bimodální tramvají až na zastávku Výstaviště.

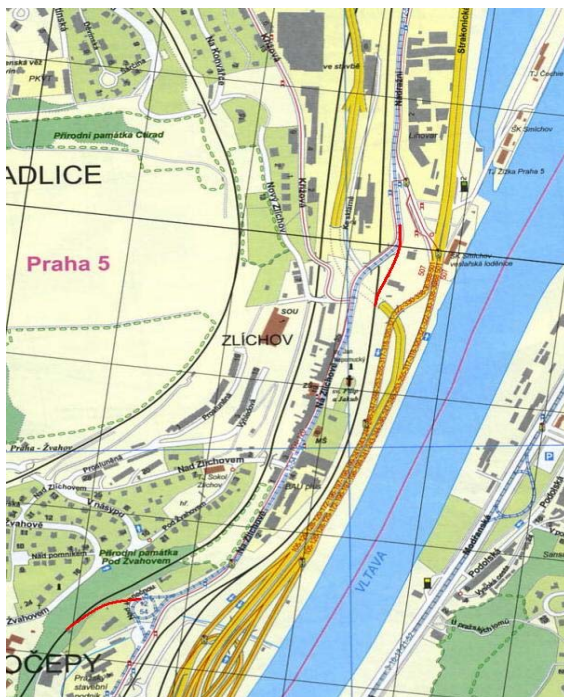
2.5 Praha Malešice

Hodně se hovoří o využití pražských spojek v rámci tangenciální dopravy. Nejen pro tu jsou tyto tratě vhodné. Například v Praze Malešicích, kde by vznikla osobní zastávka je možno se ze směru od Prahy Běchovice spojit s tramvajovou tratí na Černokostelecké ulici. Ve směru od Prahy Hostivaře je to poněkud složitější, ale s využitím svahu vpravo podle trati by se mohla spojka dostat po novém tělese do úrovně Českomoravské ulice a vlastní železnici již překonat po mostě jako trať tramvajová. Vzniká tím druhá varianta využití pražských spojek k již navrhované tangenciální dopravě, která by umožnila spojení okrajových částí města s jeho centrem s minimálním počtem přestupů.



2.6 Praha Smíchov (Hlubočepy)

Pro zajímavá spojení s okrajovými oblastmi by mohl sloužit systém vzájemných propojení tratí na Smíchově. Jedná se o spojení tramvajů jak s hlavní tratí na Beroun ještě před barrandovskou odbočkou trati na Rudnou, tak i s tratí do Hostovic. Právě trať přes Rudnou u Prahy, pokud by se elektrifikovala alespoň pro provoz bimodální tramvaje, mohla by nabídnout zajímavé propojení do míst moderních pražských sídlišť a obchodních zón Jihozápadního města a dále do příměstské oblasti okolí Loděnic. Objevily se již návrhy ze strany SUDOPu i Českých drah o možném spojení Prahy s Hořelicemi právě modernizací této regionální dráhy a vlečky Nučice - Hořelice.



2.7 Praha Masarykovo nádraží

Na závěr jsem si nechal možnost spojení přímo v centru města, a to na Masarykově nádraží. Jelikož však v poslední době probíhají jednání, která vedou spíše k opuštění tohoto nádraží vlakovou dopravou, nebude varianta asi příliš aktuální. Je tedy možné alespoň zmínit, že přes kolejiště určené původně pro nakládku a vykládku spěšninových vozů je možno se přiblížit k ulici Na Florenci, kde v dobách minulých jezdily tramvaje a jsou zde ještě zbytky kolejí a odkud se může odbočit do Havlíčkovy ulice v obou směrech.



Jistěže toto není výčet úplný, dalo by se dále zkoumat, kde je jak vhodné napojovat dopravní systémy a používat na nich jednotná vozidla. Zde jsem chtěl uvést alespoň ty, které se téměř nabízejí.

3. Návrh postupu při uvedení propojení systémů do provozu

Jak by se tento zcela nový systém integrace v našich podmínkách měl uvádět do provozu? Rozhodně to není možné jako celek a najednou. Je zde mnoho překážek, které je nutné předem překonat. Proto navrhuji etapizaci projektu tak, aby v prvních šesti etapách proběhl zkušební provoz na jedné experimentální trati a v dalších etapách, podle toho, jak se projekt ujme a jaká bude poptávka po jeho rozšíření, pokračovat v dalších lokalitách. Prvních šest etap by mělo být rozděleno takto:

- 1.etapa: vyřešení technických a legislativních problémů (vytvoření normy pro možný provoz bimodální tramvaje po rozdílných tratích, vyhledání vhodného vozidla)
- 2.etapa: vytipování vhodné lokality, kde nebude napojení náročné jak finančně, tak časově (nejvhodnější se jeví Praha Vysočany nebo Praha Smíchov)
- 3.etapa: přestavba tramvajové trati k možnému provozu bimodální tramvaje na jejím tělese (možno zvolit pouze zkušební úsek, např. Vysočanská – Palmovka)
- 4.etapa: provést vzájemné napojení tratí ve vytipované lokalitě (včetně zabezpečovacího zařízení)
- 5.etapa: zahájit zkušební provoz na určeném úseku (např. Palmovka – Lysá nad Labem a zpět v 15ti resp. 20ti minutovém intervalu ve špičce pracovního dne, v ostatní době tak, aby byl půlen interval regionální dopravy)
- 6.etapa: vyhodnocení zkušebního provozu a přechod na provoz rutinní

Použitá literatura:

- [1] Roubal, M.: *Tramvaj na české železnici*. Železničář 22/1999
- [2] Závada, J.: *Tramvlak – vývoj, současný stav a perspektivy*. Dopravní magazín 3/2004. M-Press s.r.o.
- [3] Řezáč, P.: *Nová bílá kniha Evropské unie o dopravě a železnici*. Sborník příspěvků kolokvia – ŽEL AKTUEL 2003. Institut Jana Pernera 2003
- [4] *Dvojsystémové tramvaje pro Saarbrücken*. Železniční magazín 1/1998, ISSN 1212- 1850
- [5] Wolf, J.: *Das Zwickauer Modell*. Stadtverkehr 7-8/1998)
- [6] Nawrocki, A., Ruppert, G.: *Berlin's S-Bahn Prepares for the Future*. International Journal for Railway Engineers RTR, 2/3 1997
- [7] Wallochny, F.: *Low-floor Vehicles*. International Journal for Railway Engineers RTR, 6/1998
- [8] Ludwig, D., Kun, A.: *Das Karlsruher Modell und seine Übertragbarkeit*. Der Nahverkehr 10/1995
- [9] *The Saarbahn*. Public Transport International 4/1998, ISSN 1016-796X
- [10] Internetové stránky koncernu Bombardier Transportation : www.bombardier.com

Praha, říjen 2005

Lektoroval: Doc. Ing. Václav Cempírek, Ph.D