

Principy a trendy v tramvajové dopravě

Díl šestý: tramvaj ve městě a mimo město

Použití tramvají k dopravě cestujících nejen ve městě, ale i mimo město či dokonce mezi městy není nic nového - takové systémy byly i na území nynější České republiky již před více než 100 lety.

V roce 1895 vznikla tramvaj spojující Teplice s Dubím, o pět let později se rozjely tramvaje z Jablonce nad Nisou do Rychnova a Janova. Na Ostravsku bylo postupně vytvořeno několik systémů tramvají, spojujících spolu města, městečka i obce. V USA vznikaly na přelomu 19. a 20. století v sídelních a průmyslových aglomeracích rozsáhlé a navzájem se prolínající sítě městských a příměstských elektrických drah.

To všechno jistě byly ve své době užitečné a funkční dopravní systémy. Avšak zároveň to byly systémy, které zanikaly v období útlumu tramvajové dopravy mezi prvními, již zhruba před půl stoletím. **Ustoupily konkurenci silniční dopravy, a to jak individuální - osobním automobilům, tak i veřejné hromadné - autobusům nebo (zejména v 50. letech minulého století) trolejbusům.** Tato historická skutečnost je pro tramvaje čnepríjemná, ale má svoji logiku.

Specifika tramvajové dopravy

Výhody tramvajové dopravy, jakými jsou čistý provoz bez exhalací či velká přepravní kapacita, mimo město příliš velkým přínosem nebyly. Zato péče o infrastrukturu byla nutností a na přepravně nepřilíš silně využívaných linkách se jevila relativně dražší než na intenzivněji využívaných linkách ve městě. Také **nízká rychlost** tramvají, uvnitř města srovnatelná s pomalou od křižovatky ke křižovatce popojíždějícími automobily, byla na úsecích v krajině ve srovnání s volně jedoucími automobily slabou stránkou kolejového dopravního systému. A tak nahlédle na romantiku i na lokální ekologii zmizela velká většina provozů (mnohde úzkorozchodných), v nichž tramvaj obsluhovala obce v širokém okolí města. Jen pečlivě uchované exempláře původních vozidel v muzeích připomínají dobu jejich existence.

Tramvaj naopak obstála a prosperuje tam, kde území scelila, kde venkov proměnila v město. Vždyť například dodnes existující tramvajové tratě z Prahy do Královských Vinohrad či z Karlína přes Libeň do Výsočan a ze Smíchova do Košíř byly v době svého vzniku spojnici samostatných obcí. Dnes však tramvaje na těchto tratích projíždějí souvislou zástavbou, k jejímuž vzniku, resp. scelení vydatně přispěly. Již jen starodávné radnice a okolní měšťanské domy připomínají tehdejší centra dříve samostatných obcí a naopak novými obytnými domy postupně nahrazované bývalé továrny dokládají místa, kde kdysi bývaly mezi samostatnými městy či obcemi periferie.

Tramvaje jsou významným město-
tvorným prvkem, již dříve než sto let pozitivně **ovlivňují zástavbu** území. Dochované fotografie tramvajových tratí vedených v polích, která se za krátko stala stavebními parcelami a vyrostly na nich ulice činžovních domů, jsou toho



Tam, kde je tramvaj obklopena městem, kde se proplétá úzkými uličkami, zastavuje poblíž vysokých obytných domů, nádraží a továren, tam je užitečná a žádaná. V takových podmínkách vynikají její přednosti: vysoká přepravní výkonnost, provoz bez exhalací, schopnost přizpůsobit se malými oblouky a velkými sklonky reliéfu ulice. V městských ulicích mají tramvaje naději na úspěch. Pokud se dokáží pravidelnosti provozu, pohodlí i vlivnosti přizpůsobit stále rostoucím nárokům obyvatelstva, tak prosperují. **Snímek přibližuje doslova těsné sepětí tramvaje a města - zde na Malé straně v Praze (10. 8. 2008).**

dokladem. Tramvaje přinesly do těchto míst život, přivedly nájemníky do činžovních domů i obyvatele do vilových čtvrtí.

Tramvajové tratě

Aby mohla tramvaj plnit svoji základní funkci, tedy být pouliční dráhou pro dopravu osob, nesmí být od ulice oddělena žádnými bariérami. Jenom tak dokáže být lidem okamžitě k dispozici. Vedení tramvajových tratí ve vozovce běžných městských ulic určuje jejich **základní vlastnosti**:

- velká únosnost (podle norem do 11 t na osu, podle století vznikající reality odpovídající používaným vozidlům mnohde jen kolem 7 - 8 t na osu),
- úzký průjezdný průřez, navíc garantovaný jen na nových tratích, na starších úsecích existují četná omezení,
- rozchod daný historickým vývojem. V některých městech byl zaveden rozchod normální, v jiných úzký. Kromě na železnici obvyklých rozchodů 1 435 a 1 000 mm jsou v nemalé většině městech používány tramvajové tratě se zcela unikátními rozchody (900, 1 009, 1 458 mm, ...). V některých zemích jsou městské úzkorozchodné tramvajové systémy běžnou a v podstatě stabilizovanou záležitostí.
- vysoké podélné sklonky (až 80 ‰), v podstatě odpovídající sklonu ulice určené k provozu vozidel na pneumatikách, tedy vozidel s mnohem vyšší adhezí, než jakou mají kolejová vozidla,
- malé poloměry oblouků (kolem 20 m),

dané nutností zatočit okolo rohu do kolmé ulice. To je běžný požadavek při vedení tramvajové tratě v systému pravouhlych ulic, jenž je základním způsobem uspořádání městských komunikací.

- četné oblouky bez přechodnic a bez stavebního převýšení, což je dáno stísněnými poměry v městských ulicích, resp. umístěním koleje ve vozovce,
- tramvajová trať je, zejména uvnitř města, uložena přímo v povrchu vozovky, který je pojižděn ostatními vozidly a pocházen chodci. To zhoršuje ve srovnání s otevřeným svrškem se šterkovým ložem podmínky pro její udržovatelnost (důsledkem jsou vyšší provozní toleranční odchylky geometrie koleje), součinitel adheze (zašpinění povrchu kolejnic), akustické vlastnosti (hluk způsobovaný jízdou vozidel není pohlcován, ale odrážen) a útlum vibrací (působení otřesů na okolní stavby).
- zpravidla jsou používány žlábkové kolejnice, což je dáno jejich uložením ve vozovce. Jejich použití však není výhradní, některá města využívají jak žlábkové, tak širokopatní kolejnice.
- napájecí napětí činí jen 600 V či 750 V ss, neboť trakční vedení prochází v těsné blízkosti osob, silničních vozidel i budov. Důsledkem použití tak nízkého napětí je nutnost budovat napájecí stanice (měnirny) s velmi malým rozestupem. Použití vyššího napětí by bylo nebezpečné, byť z důvodu vyšší vzdálenosti napájecích

- stanic hospodárnější: nízká úroveň napájecího napětí totiž vede k relativně vysokým proudům. To v kombinaci s indukčností trakčního vedení navíc vylučuje možnost využívat střídavé napájení - vysoké úbytky napětí (způsobené induktivní reaktancí) by znemožňovaly provoz. Proto se MHD výhradně orientuje na stejnosměrné napájecí systémy, a to i přes jejich velmi nežádoucí elektrochemické průvodní jevy (korozí způsobená bludnými proudy vysokých hodnot).
- použití výhybek bez přídržnic. Ty by totiž čněly do povrchu vozovky a bránily by provozu automobilů. Vedení vozidla při průjezdu přes srdcovku proto zajišťuje jízda po hřebeni okolku, což spolu s nedokonalou zajištěnými jazyky omezuje rychlost průjezdu výhybkou (i v přímém směru).
- nástupišťe jsou umístěna na vozovce, a proto mohou být jen velmi nízká (do 180 mm), aby na ně dokázali lidé vkročit, nebo nejsou vůbec a je nastupováno z úrovně vozovky, případně z úrovně chodníku. Bezbariérovost nástupu a výstupu do/z vozidla je proto nutno řešit radikální nízkopodlažností na straně tramvajového vozidla.
- průjezdný průřez není ve spodní části zkosen, takže nebrání stavbě výrazně nízkopodlažních vozidel.
- vzdálenost zastávek činí jen zhruba 0,5 km, což odpovídá tomu, že tramvaj též (respektive zejména) plní roli rozptylového systému s pěší přístupností,

- n) konečné stanice jsou zpravidla opatřeny smyčkami,
- o) převládajícím typem jsou dvoukolejné tratě bez zabezpečovacího zařízení, tedy uzpůsobené pro jízdu na dohled,
- p) tramvajová trať není nijak oddělena od ostatního silničního provozu, vůči jízdě pro ostatní vozidla nemá absolutní přednost, proto nemůže používat příliš pevná vozidla, neboť ta by byla pro ostatní účastníky pouličního provozu v případě střetu nebezpečná,
- q) na tramvajové dráze jsou používána výhradně jen lehká vozidla pro osobní dopravu, tramvaji nehrozí střetnutí se žádným podstatně těžším vozidlem či rychlejším kolejovým tužím,
- r) na tramvajové dráze nehrozí střet vozidla s předmětem vyhozeným z protijedoucího vlaku, pohybujícího se vysokou rychlostí,
- s) z více důvodů (provoz v městských ulicích, jízda na dohled, krátká vzdálenost zastávek) jsou tramvajové tratě řešeny pro provoz rychlostí 50 km/h uvnitř města a případně jen o trochu více na předměstích,
- t) tramvajové tratě (zpravidla) slouží jedinému účelu - tramvajím, přepravujícím cestující a zastavujícím v každé zastávce. Častým zastavováním limitovaná nízká cestovní rychlost tramvají proto vadí jen kvalitě samotné tramvajové dopravy, nic jiného nezdržuje.
- u) tramvajové tratě vznikly a jsou provozovány jako izolované (ostrovní) systémy. Nebyl důvod je navzájem propojovat. Postupem vývoje se od sebe spíše technicky vzdalovaly, vznikla řada místních jedinečností (např. systém ovládní výhybek). Technická jednotnost tramvajových tratí je proto chápána spíše jako prostředek k racionalizaci výroby prvků infrastruktury, resp. jako prostředek k využití pozitivních zkušeností ve více městech než jako podmínka společného provozu (vzájemné propojitelnosti).
- v) tramvajové tratě tvoří evropskou dopravní síť, a proto je u nich i aplikace Evropských technických norem založena na principu dobrovolnosti, není povinná (s výjimkou norem bezpečnostně relevantních).

Tramvajové tratě jsou tedy pojety a racionalizovány tak, aby sloužily svému účelu, a to je městská doprava osob. S železnicemi mají doslova shodný jen rozchod (1 435 mm). A ani to není pravidlem, neboť mnoho tramvajových systémů (včetně těch, jež spojovaly města s okolními obcemi) je úzkorozchodných a výjimkou nejsou ani zcela unikátní rozchody, dané historickým vývojem v jednotlivých městech a jejich izolovaností od okolí.

Železniční tratě

Železniční tratě byly stavěny nejen pro osobní, ale i pro nákladní dopravu, která na mnoha z nich byla zcela dominantní (zejména šlo o přepravu uhlí, v současnosti z velké části nahrazenou dálkovými přenosy elektrické energie). Při volbě trasy železnice terénem bylo základním požadavkem vyhnout se velkým sklonům, zatímco blízkost nádraží a osídlených území byla zpravidla až

druhořadým kritériem. Dálková osobní i nákladní doprava, a to i v **nadnárodní dimenzi**, jsou dodnes základním posláním železnice. Proto jsou pro železnici typické tratě, pro které mají zcela jiné charakteristické vlastnosti než tratě tramvajové. Vyplývá to i z následujícího přehledu, který je pro přehlednost strukturován stejně jako předchozí přehled týkající se tramvajových tratí:

- a) velká únosnost - na hlavních tratích v Evropě 22,5 t na dvojkoli, na vedlejších tratích jen nepatrně méně (16 - 18 t), což je dáno zejména snahou umožnit hospodárné zatěžování (ložení) nákladních vozů,
- b) celostátně jednotný (na mnoha tratích i evropsky jednotný) a ve srovnání s tramvajemi podstatně širší průjezdný průřez, umožňující používat prostorná vozidla,
- c) základní evropská železniční síť je normálněrozchodná (1 435 mm). Úzkorozchodné železnice byly podružnou záležitostí a v průběhu let mnohé zanikly, do současnosti se dochovaly většinou jen úzkorozchodné horské dráhy. Naproti tomu existují v některých částech Evropy rozsáhlé systémy širokorozchodné (1 520 mm, 1 524 mm, 1 676 mm, ...).
- d) nízké podélné sklon (na hlavních tratích zhruba jen 6 až 10 ‰, v horském terénu 16 ‰, na místních tratích kolem 25 ‰), což vzniklo zejména potřebami nákladní dopravy,
- e) velké poloměry oblouků. Na hlavních tratích historicky alespoň cca 400 m a v současnosti pokud možno několikanásobně víc, na vedlejších tratích 150 až 200 m, což vyplývá ze snahy v obloucích (příliš) neomezovat rychlost jízdy.
- f) oblouky jsou zásadně řešeny s přechodnicemi a se stavebním převýšením, aby byl jejich vliv na jízdu vozidel minimalizován,
- g) trať je vedena na dokonale odvodněném tělese a je zpravidla opatřena pružným a dobře udržovatelným šterkovým ložem. Proto vykazuje minimální a velmi stabilní geometrickou polohu koleje. Šterkové lože se navíc vyznačuje schopností tlumit hluk a vibrace. Kolejnice jsou čisté a mají relativně vysoký součinitel adheze.
- h) jsou používány masivní širokopatní kolejnice,
- i) technické a ekonomické důvody (snaha používat vysoce výkonná trakční vozidla a přitom minimalizovat průřez trakčního vedení a maximalizovat vzdálenost napájecích stanic) vedou k použití vysokého střídavého napájecího napětí 15, resp. 25 kV (příp. tam, kde bylo historicky zavedeno, pak stejnosměrné napětí 3 kV či 1,5 kV ss), neboť v otevřeném krajině lze zajistit potřebné vzdálenosti vysokonapěťového trakčního vedení od osob, silničních vozidel i budov,
- j) jsou využívány velmi dokonalé výhybky, vybavené mimo jiné i přídržnicemi, neboť leží umístěny v neveřejných prostorách dráhy a ničemu neprekážejí,
- k) nástupiště jsou umístěna na k tomu určených železničních stanicích a zastávkách, a proto mohou být patřičně vysoká (typická hodnota: 550 mm nad úroveň temene kolejnic), což usnadňuje bezbariérový nástup a vý-



Snímek: Ing. Onřej Řepka

Na přelomu 19. a 20. století byla tramvaj prakticky jediným možným řešením, jak nabídnout občanům moderní veřejnou dopravu. Zejména dobře prosperující lázeňská a průmyslová města proto stavěla tramvajové tratě ne toliko uvnitř města (v jeho intravilánu), ale i za město (v jeho extravilánu), do okolních obcí. Tramvaj je významným městotvorným prvkem, svoji existenci podporuje urbanizaci území. Tramvajová trať se stává osou jeho zástavby. A tak podél mnoha tramvajových tratí postavených v polích vyrostly za krátko ulice městských domů a tramvaj v nich dodnes plní funkci městské elektrické dráhy (například Korunní třída v Praze na Vinohradech). Avšak tam, kde výstavba domů podél tramvajové tratě neproběhla, kde tramvaj zůstala venkovskou malodráhou, se ji zpravidla moc dobře nevedlo. Slabý provoz a s ním související nízké výnosy tak tak uhradily provozní náklady, nebylo z čeho investovat do modernizace tratí i vozidel. A tak tyto systémy stagnovaly. Díky své zastaralosti a zchátralosti zpravidla neobstály v konfrontaci s dynamicky se rozvíjející silniční dopravou a zanikly.

Ostravsko bylo v minulosti doslova propleteno několika různými drážními systémy, propojujícími průmyslová města s okolními obcemi. Jedním z nich byly i tratě společnosti Slezské zemské dráhy v Bohumině o rozchodu 760 mm. Používaly mohutné vyhlížející čtyřnápravové elektrické vozy vyrobené v Koprivnici a zajížděly s nimi až do Polské Ostravy. **Na snímku pořízeném 24. 7. 1967 v Bohumině je jeden ze zdejších vozů s typickou dvojicí mohutných lyr, které řídí pod pomocí provozu na konečné stanici před bohumínským nádražím pod volně zavěšeným trolejovým drátem překlápěl pro nový směr jízdy.** Za povšimnutí však stojí i bohumínská ulice - jsou na ní jen chodci, cyklisté a elektrická tramvaj, ale žádný automobil. Ideál dnešních ochránců životního prostředí již byl jednou naplněn a lze spekulovat, zda tomu tak bude i v budoucnu. Část občanů by si to pro klid ve městě upřímně přála, část ne.

- stup do vozidel, respektive z vozidel, a neklade příliš velké nároky na technické řešení nízkopodlažních železničních vozidel,
- l) spodní partie průjezdného průřezu je výrazně zkosená, a tím zásadním způsobem limituje řešení nízkopodlažnosti vozidel,
- m) vzdálenost zastávek činí i v hustě osídlených příměstských oblastech alespoň 2 - 3 km, neboť přístupnost obyvatelstva k železnici zajišťují kromě pěší chůze i další navazující dopravní systémy,
- n) železniční stanice nejsou opatřeny smyčkami,
- o) na železnici je zásadně používáno řízení jízdy s využitím zabezpečovacích zařízení, nikoli jízda na dohled,
- p) železniční trať je oddělena od ostatního silničního provozu, vůči jízdě pro ostatní vozidla má železnice absolutní přednost, a proto může používat (a používá) velmi pevná vozidla,
- q) železniční trať využívají nejen lehká vozidla pro osobní dopravu, ale i těžké nákladní vlaky či mohutné lokomotivy,
- r) na železnici hrozí střet vozidla s předmětem vyhozeným z rychle se pohybujícího protijedoucího vlaku, který může být zejména pro strojvedoucího vážným nebezpečím,
- s) rychlost jízdy na železnicích je podstatně vyšší než na tramvajových tratích, na konvenčních železnicích v Evropě je běžně využívána rychlost 200 km/h,
- t) osobní zastávkové vlaky, které jsou na železnici určitou paralelou k tramvajím na tramvajových tratích, jezdí i na příměstských tratích v souběhu s podstatně rychleji jedoucími dálkovými vlaky a z dopravního hlediska jim překážejí. Snaha dosáhnout co nejvyšší cestovní rychlosti osobních zastávkových vlaků není na železnici motivována pouze snahou nabídnout jejich cestujícím kvalitní dopravu, ale zejména snahou co nejméně snižovat propustnost tratě.
- u) železniční tratě tvoří spojitou síť státního i mezistátního charakteru, technická jednotnost je proto základním požadavkem jejich funkčnosti,
- v) státy Evropského společenství jsou povinny na svých železničních tratích zařazených do Evropské železniční sítě (TEN) respektovat požadavky technických směrnic pro interoperabilitu (TSI) a v nich uvedených evropských technických norem (EN).
- Souhrnný přehled základních parametrů tramvajových a železničních tratí je uveden v tabulce č. 1.

Tramvajová vozidla

Tramvaj se vyznačuje řadou vlastností, které se v městském provozu projevují velmi pozitivně. Jde především o schopnost být provozována na trati vedené po městských komunikacích. Tramvaj dokáže projíždět oblouky o malém poloměru, zdolávat velké sklon, rychle se rozjíždět a intenzivně brzdit.



Postupný růst velikosti měst vede k tomu, že kdysi na periferiích stojící továrny jsou pohlcovány výstavbou obytných domů či správních budov. Staré továrny jsou rušeny a výroba se stěhuje do moderních objektů na současném okraji města. Po některých továrnách však zůstávají rozsáhlé sítě vleček, které představují velmi cennou městem procházející nezastavěnou dopravní stopu. Je-li opuštěná trať vedena ve směru silných proudů přesunu osob (což je v podstatě dílo náhody, neboť vlečky nebyly stavěny k účelu osobní dopravy), tak je možno jí dát nové poslání. Lze je využít k přestavbě na tramvajové tratě, ale také jimi lze přivést železniční vozidla do městských ulic. Ani provoz železničních vozidel v ulicích není novinkou, již v minulosti byly v některých městech vlaky po ulicích vedeny. Z bezpečnostních důvodů se však stalo pravidlem železniční vozidla od pouličního ruchu oddělovat. Jsou příliš hmotná, pevná a slabě brzdicí, než aby bylo možno riskovat jejich střet s ostatními účastníky silničního provozu. Proto jde i v tomto případě o velmi specifická řešení, v podstatě určená konkrétními podmínkami v jednotlivých městech. **Na snímku zobrazený Regiosprinter patří v kategorii železničních vozidel k těm nejlehčím, a přesto byl pro provoz v městských ulicích zvlášť upraven.**

Snímek: Michal Chrást

Je přizpůsobena **k provozu v pouličním ruchu**, k jízdě na dohled mezi ostatními vozidly. Tramvajová vozidla jsou řešena tak, že umožňují nástup i výstup cestujících v krátké za sebou následujících zastávkách, a to i z úrovně vozovky. Díky vysoce účinným a rychle reagujícím brzdám mohou tramvaje jezdit v souběhu s automobily. Ve srovnání se železničními vozidly jsou tramvaje podstatně méně pevné a při případné kolizi nejsou proto pro automobily tolik nebezpečné (část deformační energie přebírá ke své škodě i tramvaj), netřeba je uzavírat závoryami za železniční přejezdy.

Tyto všechny vlastnosti něco stojí. K tomu, aby tramvaje dokázaly projet obloukem o poloměru kolem 20 metrů i proto, aby na trať vedenou po povrchu městské ulice působily nevelkými svíslými silami, používají tramvaje ve srovnání se železničními vozidly relativně **mnoho podvozků**. V těchto podvozcích jsou instalovány poměrně výkonné pohony a brzdy. Vozové skříně tramvajů jsou z důvodu dodržení průřezného průřezu v ulicích poměrně úzké a krátké.

Zato mají v bočnici mnoho dveří a ty jsou patřičně široké. Úhlná světla šířka dveří činí u tramvajů až téměř třetinu délky bočnice, neboť rychlý nástup a výstup cestujících je prioritou. O to méně však v interiéru zbývá prostoru k vestavbě sedadel.

Cestování tramvajemi trvá jen několik minut, a proto není kladen důraz na **pohodlí**, to je proto v tramvajích poněkud nižší, než je obvyklé na železnici. V zimním období cestující neodkládají svrchní šat (ani zavazadla, ani kabáty není kam odložit), tramvajové vozy tedy nemá logiku vytápět na pokojovou teplotu - cestujícím by to bylo nepříjemné.

Tramvajová vozidla se proto **odlišují** od železničních vozidel v mnoha konstrukčních skupinách:

a) vozová skříň tramvajů je úzká (typické šířky jsou 2,3 - 2,5 m, jen vozidla pro nové tramvajové systémy využívají šířku skříně 2,65 m), což je dáno užším průřezným průřezem tramvajových tratí, a krátká (u čtyřnápravových vozů do 15 m, u vícečlánkových vozů bez předstávek zhruba polovic).

- b) požadavky na pevnost vozových skříní určuje EN 12 663. Tramvaje jsou v této normě zařazeny do nejnižší kategorie P-V, vyžadující pevnost v ose spřáhla jen 200 kN a nestanovující žádné požadavky na pevnost pod čelním oknem a na úrovni horní vazy. To je dáno tím, že na tramvajové dráze se nepohybují žádná těžší a mohutnější vozidla, zařazená podle EN 12 663 do vyšších kategorií (lokomotivy, nákladní vozy, ...). Větší pevnost v podstatě ani není žádoucí, neboť tramvaj se nepohybuje po vyhrazené dráze a snadno se může dostat do kolize s automobily, které přitom nesmí příliš poničit. V opačném případě by tramvaj musela jezdit za přejezdy se závoryami.
- c) tramvaje se dimenzují na zatížení sedícími osobami a stojícími osobami s plošnou hustotou 8/m² (při hmotnosti osoby 70 kg),
- d) z pohledu požadavků na velikost pohlcené energie při nárazu (crash) ve smyslu EN 15 227 jsou z hlediska absorbované energie na tramvajová vozidla (kategorie P-V) kladeny nižší nároky. Střetnutí se stejným vozidlem (scénář č. 1) je uvažováno z rychlosti 15 km/h, střetnutí s nákladním automobilem (scénář č. 3) je definováno pro rychlost 25 km/h, a to se šikmo stojícím nákladním automobilem o hmotnosti 3 t. Přitom však pravděpodobnost střetu tramvaje s jinými vozidly je v pouličním provozu velmi vysoká (až 1 % denně). Proto je potřeba chránit ostatní účastníky silničního provozu (chodce i automobily) před ostrými a tvrdými částmi na čele tramvaje - používány jsou měkce obložené nárazníky, skrytá spřáhla, skryté mechanismy pohonu stěračů a podobně.
- e) tramvajová vozidla jsou zpravidla řešena jako jednoduše (stanoviště řidiče jen na jednom konci, dveře jen po jedné straně), což optimalizuje řešení jejich interiéru,
- f) obrys kola není jednotně definován, s ohledem na používaný nejednotný tvar kolejnic jsou používána kola různých šířek a různých profilů (válcová, kuželová, křivková, ...). Limitujícím faktorem je zejména uzpůsobení obrysu kola pro jízdu po hřebeni okolku při průjezdu přes srdcovku výměn. Tato skutečnost má vliv na volbu tvaru obrysu kola i na jeho opotřebení v provozu. Na rozdíl od železničních vozidel se kolek opotřebovává nejen do boku, ale zejména radiálně.
- g) vozová skříň není opatřena příliš účinnou tepelnou a protihlukovou ochranou, neboť požadavky na ochranu interiéru proti hluku ani proti přestupu tepla nejsou vysoké,
- h) pro zajištění bezbariérového nástupu jsou tramvaje řešeny jako nízkopodlažní s výškou podlahy kolem 300 mm nad TK, případně i méně. Toto je proveditelné, neboť obrys pro vozidla je i ve spodní části dostatečně široký a i nízko položená podlaha může být v plné šířce vozidla.
- i) pro zajištění rychlé výměny cestujících čini dveřní otvory zhruba 30 % délky bočnice (u jednosměrných vozidel jen na jedné straně),
- j) interiér vozidla je řešen pro krátkodobé cestování - sedí jen část cestujících, ostatní stojí. Sedadla jsou s ohledem na krátkou dobu cestování a s cílem vysoké odolnosti proti poškozování řešena jednoduše (tvrdé čalounění, nízká opěradla bez opěrek hlavy, bez opěrek rukou), chybí věšáky na oděv, police na zavazadla a WC.
- k) stanoviště řidiče je řešeno s důrazem na viditelnost nejen dopředu, ale i do stran, a není nijak pevné, rovněž na pevnost čelního skla nejsou kladeny zvýšené požadavky,
- l) u článkových vozidel je mezipodvozkův přechod relativně hodně (články jsou krátké), jsou však řešeny poměrně jednoduše (bez zvláštních požadavků na tepelné a akustické izolační schopnosti),
- m) vzdálenost otočných bodů je ve srovnání se železničními vozidly sotva

Tab.č. 2: Srovnání parametrů tramvajových a železničních vozidel (typické hodnoty)

Parametr	tramvaj	železnice
Pevnost skříně	200 kN	1 500 kN
Šířka skříně (čtyřnápravové vozidlo)	2 500 mm	2 800 mm
Výška podlahy nad TK		
- vysokopodlažní	900 mm	1 250 mm
- nízkopodlažní	300 mm	600 mm
Spřáhlo	tramvajové	železniční
Čelo	lehké	pevné
Brzdné zpomalení	3 m/s ²	1 m/s ²
Měrný výkon prázdného vozidla	15 kW/t	10 kW/t
Hmotnost na sedadlo	650 kg	500 kg
Vzdálenost otočných bodů podvozků	7 - 10 m	16 - 19 m
Odkládání oděvu	ne	ano
Odkládání zavazadel	ne	ano
WC	ne	ano
Světlost dveří/délka vozu	0,3	0,1
Vybavení pro silniční provoz (směrovky, měkké nárazové zóny, ...)	ano	ne
Vybavení pro železniční provoz (vlakový zabezpečovač, návěstní světla, ...)	ne	ano

Tab.č. 1: Srovnání parametrů tramvajových a železničních tratí (typické hodnoty)

Parametr	tramvaj	železnice
Rozchod	1 435 mm	1 435 mm
Max. sklon	80 ‰	6 - 25 ‰
Min. poloměr oblouku	18 m	150 m
Kolejnice	žlábkové	šírokopátní
Výhybky	bez přídržnic	s přídržnicemi
Konečné	se smyčkami	bez smyček
Nástupiště	po jedné straně	po obou stranách
Výška nástupiště	180 mm	550 mm
Napájení	600 V (750 V)	3, 15, 25 kV
Max. rychlost	50 km/h	100 - 160 km/h
Zabezpečení	jízda na dohled	zabezpečovací zařízení
Max. nápravová hmotnost	8 - 11 t	22 t

- poloviční, což je dáno průjezdností oblouky o extrémně malých poloměrech. Tramvaje tedy mají ve srovnání se železničními vozidly srovnatelné délky zhruba dvojnásobný počet podvozků.
- n) z důvodu potřeby razantní dynamiky jízdy a brzdění v pouličním provozu jsou v podvozcích vystaveny relativně velmi výkonné a silné trakční motory (měrný výkon v přepočtu na prázdný vůz: v režimu jízda kolem 15 kW/t, v režimu brzda až 30 kW/t, akcelerace a decelerace až 1,8 m/s²). Proto jsou tramvajové podvozky i při nevelké únosnosti poměrně těžké.
- o) z důvodu jízdy na dohled po nezabezpečené trati jsou tramvajová vozidla opatřena vysoce účinnými brzdami (zhruba 1,8 m/s² při provozním brzdění a až 3 m/s² při nouzovém brzdění). Vybavení tramvají neadhezni kolejnicovou brzdou je povinnost.
- p) tramvajové podvozky jsou řešeny s důrazem na snadnou průjezdnost oblouky o malém poloměru a na jízdu po nepřilži kvalitní trati. Tyto vlastnosti (dosahované krátkým rozvorem a celkovou poddajností podvozků) jsou preferovány před chodovými vlastnostmi ve vyšších rychlostech.
- q) rychlost jízdy obloukem je možná nejvíce rychlostí odpovídající bočnímu nevyrovnanému zrychlení 0,8 m/s²,
- r) elektrická výzbroj je řešena pro napájecí napětí 600 - 750 V,
- s) funkci hlavní brzdy zastává brzda elektrodynamická, funkci záložní brzdy plní hydraulicky ovládaná třecí brzda,
- t) tramvaje nejsou vybaveny vlakovým zabezpečovačem,
- u) z důvodu nevybavení trati zabezpečovacím zařízením nejsou u tramvajových vozidel kladeny žádné požadavky na jejich součinnost s kolejovými obvody ZZ. A to jak z pohledu dokonalého kontaktu (odpor dvojkolí, kolový tlak, počet dvojkolí, funkce pískování), tak i z pohledu elektromagnetické kompatibility. Proto například mohou být u tramvají používány pulsní měniče s volnou pracovní frekvencí (dvoupolohová regulace proudu).
- v) tramvaje jsou přizpůsobeny pro provoz ve městě, do kterého byly dodány. Jsou proto vybaveny specifickými prvky, odpovídajícími příslušným rozhraním s infrastrukturou daného města (šířka a profil kol, kladná či záporná polarita napájecího napětí i jeho různá velikost (600 či 750 V), spráhlo, systém ovládaní výhybek, ...) i specifickými prvky MHD daného města (informační systém, označovače jízdenek, radiostanice, indikace polohy, ...).
- w) na tramvaje se nevztahují žádné požadavky národní ani nadnárodní technické jednotnosti.
- x) vnější osvětlení tramvají odpovídá požadavkům na silniční vozidla (směrová světla, brzdová světla, mlhová světla, odrazky),
- y) akustická výstraha je dávana zvoncem.
- osob. Na rozdíl od toho pokrývají železniční vozidla celé pole různých druhů osobní železniční dopravy - od regionální až po dálkovou meziměstskou, v trakti závislé i nezávislé. Tyto kategorie jsou navzájem v mnohém odlišné. Nejblíže příbuzné tramvajím jsou **elektrické příměstské jednotky**. I ty se však od tramvají v mnoha komponentech i parametrech odlišují:
- a) vozová skříň železničních vozidel je ve srovnání s tramvajemi širší (zhruba 3,1 m u krátkých dvounápravových vozidel a cca 2,8 m u dlouhých čtyřnápravových vozidel),
- b) ucelené železniční jednotky jsou podle EN 12 663 zařazeny do druhé nejvyšší kategorie P-II, která vyžaduje pevnost v ose spráhla 1 500 kN a stanoví další požadavky na pevnost pod čelním oknem a na úrovni horní vaznice,
- c) železniční vozidla se zpravidla dimenzují na zatížení sedícími osobami a stojícími osobami s plošnou hustotou 5/m² při hmotnosti osoby 75 kg nebo 80 kg (včetně zavazadla),
- d) také z pohledu požadavků na odolnost vozidla při nárazu (crash) je v smyslu EN 15 227 jsou z hlediska absorbované energie na železniční vozidla (kategorie P-II) kladeny výrazně vyšší, resp. odlišné nároky než na tramvaje. Střetnutí se stejným vozidlem (scénář č. 1) i střetnutí se čtyřnápravovým železničním nákladním vozem o hmotnosti 80 t jsou uvažovány z rychlosti 36 km/h (scénář č. 2), střetnutí s nákladním automobilem (scénář č. 3) je definováno pro rychlost 110 km/h, a to s kolmo stojícím nákladním automobilem o hmotnosti 15 t.
- e) vozová skříň železničních vozidel je opatřena účinnou tepelnou a protihlukovou ochranou, neboť požadavky na ochranu interiéru proti hluku a přestupu tepla jsou u železničních vozidel vysoké,
- f) obrys kola železničních vozidel je unifikován a je řešen výhradně jen pro jízdu přes výhybky s přídržnicemi, nikoli pro jízdu přes srdcovku po okolku. To umožňuje jeho optimalizaci a minimalizuje jeho opotřebení v provozu.
- g) železniční ucelené jednotky jsou zásadně řešeny jako dvousměrné (stanoviště strojvedoucího na obou koncích, dveře po obou stranách),
- h) pro zajištění bezbariérového nástupu jsou železniční vozidla pro osobní zastávkové vlaky řešena jako nízkopodlažní s výškou podlahy kolem 600 mm nad TK při výšce nástupiště 550 mm nad TK. Zkosení spodní partie průjezdného průřezu, respektive obrysu, neumožňuje stavbu vozidel s podlahou nižší než zhruba 600 mm nad TK, neboť nižší vozidlo by bylo nutno ve spodní části významně zúžit.
- i) s ohledem na větší vzdálenost zastávek je u železničních vozidel kladen poněkud menší důraz na rychlost výměny cestujících a větší důraz na nabídku míst k sezení. Proto činí u příměstských jednotek dveřní otvory zhruba 10 % délky bočnice (a to po obou stranách).
- j) interiér železničního vozidla (a to i příměstského) je řešen ve srovnání s vozidly MHD pro poněkud delší cestování. Je snaha nabídnout místa k sezení prakticky všem cestujícím. Sedadla jsou ze stejného důvodu řešena pohodlněji (měkčí čalounění, vyšší opěradla, případně i opěrky hlavy, opěrky rukou). Součástí interiéru jsou i věšáky na oděv, police na zavazadla a také WC.
- k) stanoviště strojvedoucího je řešeno především s důrazem na viditelnost dopředu, viditelnost do stran není podstatná. Musí však být patřičně pevně včetně čelního skla.
- l) díky velké délce vozových skříní je u železničních vozidel mezivozových přechodů relativně málo, musí však být řešeny s ohledem na dobré tepelné a akustické izolační schopnosti,
- m) vzdálenost otočných bodů podvozků je značná, dosahuje hodnoty kolem 19 m, neboť železniční vozidla nemusejí projíždět oblouky o extrémně malých poloměrech,
- n) všechny podvozky nemusejí být trakční, trakčním pohonem vytvářena akcelerace a decelerace je ve srovnání s tramvajemi zhruba poloviční (kolem 0,9 m/s²),
- o) jízda železničních vozidel je zabezpečena železničními zabezpečovacími zařízeními a řízena návěstími, které garantují volnost vlakové cesty. Příměstským a regionálním jednotkám proto postačuje zábrzděné zpomalení kolem 1 m/s², vybavení těchto vozidel neadhezni kolejnicovou brzdou je určitý (velmi užitečný) nadstandard.
- p) podvozky jsou řešeny s důrazem na dobré chodové vlastnosti, a to i při vyšších rychlostech,
- q) rychlost jízdy obloukem je možná nejvíce rychlostí odpovídající bočnímu nevyrovnanému zrychlení až 0,98 m/s²,
- r) elektrická výzbroj je řešena pro napájecí napětí 3 kV (a 1,5 kV), respektive 15 či 25 kV (s transformátorem),
- s) přes vysoký účinek a význam elektrodynamické brzdy jsou železniční vozidla vybavena i plnohodnotnou pneumaticky ovládanou samočinnou třecí brzdou,
- t) železniční vozidla jsou vybavena vlakovým zabezpečovačem,
- u) železniční vozidla musí spolupracovat s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení. V první řadě musí svými dvojkolými dokonale vodivě propojovat oba kolejnicové pásy. Spektrum jejich zpětného proudu nesmí obsahovat rušivé složky, které by mohly způsobit ovlivnění funkce kolejových obvodů.
- v) železniční vozidla jsou používána celosvětově, a proto jsou technicky jednotná,
- w) železniční vozidla se postupně stávají technicky jednotná i v Evropské dimenzi. Základem toho jsou technické směrnice pro interoperabilitu, jež jsou v členských zemích Evropského společenství právně závazné.
- x) vnější osvětlení železničních vozidel musí obsahovat tři návěstní světla o průměru 170 mm a dálkové reflektory,
- y) k návěstním účelům musí být železniční vozidlo vybaveno houkačkou nízkého tónu, houkačkou vysokého tónu a píšťalou.

Souhrnný přehled základních parametrů tramvajových a železničních vozidel je uveden v tabulce č. 2. Obecné parametry je dobré doplnit i konkrétními příklady. Proto jsou v tabulce č. 3 porovnány parametry v České republice nejrozšířenějších vozidel z obou kategorií - tramvaje typu T3 a motorového vozu řady 810. V obou

Tab.č. 3: Parametry starších vozidel

Parametr	tramvaj	motorový vůz
Typ	T 3	810
Délka skříně	14 000 mm	13 103 mm
Celková světlost dveří	4 029 mm	1 700 mm
Poměr celkové světlosti dveří k délce vozidla	29 %	13 %
Šířka skříně	2 500 mm	3 073 mm
Vlastní hmotnost	16,5 t	19 t
Sedadel	24	56
Hmotnost na délku	1,18 t/m	1,45 t/m
Hmotnost na plochu	471 kg/m ²	472 kg/m ²
Hmotnost na sedadlo	688 kg	339 kg
Max. rychlost	65 km/h	80 km/h
Pevnost skříně	150 kN	1 150 kN

Tab.č. 4: Parametry novějších vozidel

Parametr	tramvaj	motorová jednotka
Typ	Trio	814/914
Délka skříně	20 130 mm	27 600 mm
Šířka skříně	2 460 mm	3 003 mm
Vlastní hmotnost	26 t	39 t
Sedadel	41	84
Hmotnost na délku	1,29 t/m	1,41 t/m
Hmotnost na plochu	526 kg/m ²	471 kg/m ²
Hmotnost na sedadlo	634 kg	464 kg



Město Karlsruhe proslulo jako iniciátor zavádění provozu tramvají po veřejných železnicích, tedy jako tvůrce dvoucestných tramvají (tram-train). To by však byl poněkud zjednodušený pohled na věc. Město Karlsruhe dokázalo nabídnout svým občanům kvalitní veřejnou dopravu a provoz tramvají po veřejné železnici byl jedním z nástrojů, jak toho dosáhnout. Nástrojem, který byl použit ve vhodné době na vhodném místě. Na druhé straně je potřebné si všimnout, že Karlsruhe patří k velmi bohatým městům. Ne všechna města, jež se pro dvoucestné tramvaje nadchla, mají natolik ekonomicky výkonné obyvatelstvo, aby dokázalo (přímými i nepřímými platbami) profinancovat tak nákladný projekt a provoz. **Na snímku vozy ev. č. 803 a 806 ve stanici Grötzingen dne 25. 9. 1992.**

případech jde o již přestárlá vozidla, proto jsou v tabulce č. 4 porovnána parametry soudobých, v České republice aplikovaných vozidel.

Jak vyplývá z tabulek 3 a 4 jsou v přepočtu na jedno sedadlo tramvaje těžší (a také i dražší) než železniční motorové vozy pro příměstskou či regionální dopravu. K podobnému závěru lze dojít i na základě porovnání parametrů nejnovějších zahraničních vozidel. A to i navzdory tomu, že jsou tramvaje výrazně méně pevné (podle EN 12 663: tramvaje - kategorie P-V, tlaková síla 200 kN, motorové vozy či jednotky - kategorie P-II, tlaková síla 1 500 kN), a pro cestující z důvodu řešení pro kratší dobu cestování méně pohodlné než železniční vozidla.

Základem této skutečnosti je schopnost tramvaje projíždět oblouky o poloměru přibližně desetkrát menší, než je běžné na lokálních tratích (zhruba 18 m versus 180 m). Ve srovnání s železničními osobními vozy mají proto tramvaje ve vztahu ke své délce přibližně dvojnásobný počet podvozků. Nikoli skřín, nýbrž **podvozky určují hmotnost** vozidla. Například u vozidel metra má vozová osička o délce 19 m a s pevností 1 000 kN hmotnost 5 t a dva podvozky mají spolu hmotnost 12 t, tedy 2,4krát více. Při respektování této reality je velmi osídlné nazývat tramvaje lehkými kolejovými vozidly (LRV), byť je toto začlenění tramvají velmi zažité. Ve skutečnosti jsou tramvaje těžší než mnohá podstatně pevnější železniční vozidla, paradoxně zařazená do kategorie HR (heavy rail).

Dvoucestné tramvaje

Ze srovnání požadavků kladených na trať i vozidla vyplývá, že tramvajová a železniční vozidla se v mnoha ohledech zásadním způsobem odlišují. Soudobé vývojové trendy, například nízkopodlažnost u tramvají a interoperabilita na železnici tyto dva systémy od sebe stále více vzdalují. Přesto existují řešení jak na straně vozidel, tak na straně infrastruktury, které provoz tramvají po železnici umožňují. Současná technika disponuje možnostmi příslušná vozidla vytvořit, byť **za cenu nemalých kompromisů**. Jde o dvoucestné tramvaje, které jsou schopné jezdit jak

na pouličních tratích, tak i na veřejných železnicích v souběhu s konvenčními železničními vozidly (s tradičními osobními i nákladními vlaky). Skutečnost, že jsou taková vozidla technicky proveditelná, však ještě neznamená, že jsou výhodná.

Dvoucestné tramvaje vznikají **odvozením z běžných tramvají**, od nichž se odlišují zejména:

- zesílením vozové skříně na pevnostní kategorii P-III podle EN 12 663 (tlaková síla 800 kN),
- zvýšenou pevností čelního skla (zkouška projektilem),
- zvýšením nejvyšší provozní rychlosti na zhruba 100 km/h (úprava pojezdu pro docílení vyhovujících chodových vlastností i při vyšších rychlostech jízdy, vnější i vnitřní odhlučnění ...),
- vícesystémové napájení (kromě 600 V, resp. 750 V též 3 kV, případně 15 kV nebo 25 kV),
- uzpůsobení ke spolupráci se železničním zabezpečovacím zařízením (kompatibilita s kolejovými obvody),
- vybavení vlakovým zabezpečovačem,
- úprava pro nástup a výstup cestujících na standardních železničních nástupištích více vzdálených od osy koleje (výsvuně prahy) a s výškou 550 mm nad TK.

Snaha přizpůsobit tramvaje k provozu na železnici vede k **dalšímu zvýšení jejich hmotnosti**. Dvoucestná tramvaj musí být ve srovnání s konvenční tramvají pevnější, vybavená transformátorem s vysokým vstupním napětím 15, resp. 25 kV či vstupními obvody pro napájecí napětí 3 kV, zabezpečovacím zařízením, výsvuným zařízením pro překlenutí mezery u železničních nástupišť a dalšími prvky. To vše má určitou hmotnost.

Standardní tramvaje (toliko pro pouliční provoz) jsou zpravidla navrhovány tak, že v obsazeném stavu dosahuje zatížení jejich dvojkolí (ev. párů kol) limitních hodnot z hlediska dovoleného namáhání podvozku a případně i tratě. U dvoucestných tramvají, které jsou proti standardním tramvajím těžší, tedy **nezbývá než ještě více snížit rozteč podvozků** - při stejné délce vozidla zvýšit jejich počet. Přidání podvozku však znamená další zhruba 4 t navíc. Ve srovnání s tradičními tramvajemi mají tedy dvoucestné tramvaje kratší články

PANORAMA

a více mezivozových přechodů. To ovšem silně komplikuje provoz vyššími rychlostmi: krátká vodící délka vede k neklidnému chodu a početné měchy propouštějí do interiéru hluk generovaný pojezdem.

Postavená a provozovaná vozidla dokládají, že při současném stavu techniky jsou dvoucestné tramvaje technicky proveditelné. Jde však o vozidla na mezi schopností současného průmyslu kolejových vozidel. Řešení jsou to mimořádně technicky náročná, a proto také zcela logicky odpovídajícím způsobem **výrobně i provozně drahá**. Vysoké náklady však ještě nemusí být důvodem k nízké rentabilitě. Podstatné je, jaký efekt přinesou, zda jsou vysoké náklady vyváženy odpovídajícími výnosy. Základním a v podstatě jediným přínosem dvoucestných tramvají je odstranění přestupu mezi tramvají a železničním vozidlem. Je skutečně přestup tou zásadní komplikací, která znehodnocuje pozici hromadné dopravy vůči individuální automobilové dopravě? Vyplácí se tolik investovat a tak zvýšit provozní náklady jen pro to, aby byla eliminována nutnost přestupovat?

Přestupy

Veřejná hromadná doprava má, proti dopravě individuální, dvě systémové nevýhody:

- zastávkový princip, který vede k výraznému poklesu cestovní rychlosti (s dopadem na pokles atraktivity dopravy i na výši nákladů plynoucích s časem, tj. mzdy a odpisy) a k násobnému zvýšení spotřeby energie

ve srovnání s jízdou rovnoměrnou rychlostí,

- nutnost přestupů, a to jak mezi jednotlivými linkami téhož systému, tak i mezi různými systémy.

Oba tyto principy činí cestování veřejnou dopravou méně pohodlné a časově náročnější, než přímé spojení bez zastávek. Proto jsou cestujícími časté zastávky a zejména **přestupy hodnoceny negativně**. Cestování s přestupy je jistě nepříjemné pro cestující se zavazadly, pro cestující s dětmi i pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace. Avšak bez zastávek a bez přestupů nemůže veřejná hromadná doprava fungovat; jsou jejími přirozenými nástroji.

Je potřeba vnímat, že veřejná hromadná doprava není jedinou možností, že vedle ní existuje též doprava individuální. Stejně tak, jak je pro každodenní dojíždění do práce ve směru silného přepravního proudu logické preferovat hromadnou dopravu před individuální, je pro občasně cestování atypickým směrem, navíc se zavazadly a dětmi, rozumné (pokud je požadován nejkratší čas a vysoké pohodlí) použít dopravu individuální, a to buď vlastní automobil nebo taxi. Cílem veřejné hromadné dopravy je vyhovět většině požadavků na přepravu, nikoliv však úplně všem.

Přestupy mezi jednotlivými linkami jsou i přirozenou součástí tramvajové dopravy, stejně jako přestupy mezi tramvajovými linkami a železnici či autobusy. Přitom je realitou, že v průběhu let postupně **roste nutnost** během cesty veřejnou hromadnou dopravou **přestupovat**. V tradičním pojetí tram-

Provoz tramvajových vozidel po železničních tratích je z provozního i technického hlediska komplikací, pokud jde o provoz souběžný s provozem běžných železničních vozidel. Vložit trasy vyhrazené pro tramvaje do jízdového řádu veřejné železnice je o to méně snadnější a dražší, čím je dotyčná trať více vytižena běžnou železniční osobní i nákladní dopravou a čím je technicky dokonalejší (vysoká nástupiště, vysoká traťová rychlost, elektrizace, zabezpečovací zařízení, vlakový zabezpečovač, ...). Nemá smysl spekulovat o výjimkách ze zákonů či o vstřícnosti schvalovacích orgánů, jde o ryze technické záležitosti a ty je nutno řešit technicky. Proto je mnohem jednodušší, když jde o provoz tramvají na bývalé veřejné železnici, tedy tam, kde již jsou provozovány výhradně jen tramvaje. Takovou opuštěnou železniční trať lze přestavět na trať tramvajovou (včetně elektrizace systémem 600, resp. 750 V) a tramvajová vozidla na ní mohou neomezeně jezdit - menší sklonky a větší poloměry oblouků, než je na městských tratích obvyklé, tramvajím rozhodně nevadí. Je mnoho tratí, jež realnost tohoto kroku dokládají.

Na druhou stranu je však potřeba vnímat, že z hlediska prostornosti a vybavení interiéru, vnitřní hlučnosti i teploty, kvality chodu i maximální rychlosti nedosahují tramvaje standardu moderních železničních vozidel. Nižší pohodlí musí vyvážit jiný přínos tramvají, například propojení s městskou sítí, v opačném případě by byla z hlediska cestujících náhrada konvenčních železničních vozidel tramvajemi oprávněně vnímána jako pokles kvality přepravy. Ze stejných důvodů je proto nelogické uvažovat s výstavbou tratí pro tramvaje v krajinně, kupříkladu v národních parcích; to je jednoznačně sféra železnic. Nemá smysl provozovat tramvaje tam, kde nevyužije své vlastnosti a kde ji naopak mnohé schází. Tramvaje patří do měst. **Na snímku je Variobahn typu NGT6-LDZ, ev. č. 412 společnosti City-Bahn Chemnitz na trati Stollberg - Chemnitz, zde v nádraží Stollberg (Sachsen) dne 6. 1. 2004.**



Snímek: Carsten Rickert

vajové dopravy bývalo městem vedeno mnoho linek, celkový součet jejich délek byl několikanásobně delší než délka kolejové sítě. Cílem byla snaha dopravit cestujícího mezi dvěma libovolnými částmi města bez přestupu. Pochopitelně za cenu delšího čekání na příslušný spoj, neboť při rozdělení celkového počtu vozů na více linek narůstá délka intervalu mezi vlaky. S růstem velikosti měst se stala tato zásada neudržitelnou - přímo propojovat všechny potenciální počátky a cíle cest není možné.

Základem moderního pojetí linkového vedení jsou ve velkých městech diametrálně vedené **páteřové linky**, na nichž v krátkých intervalech (což je pro cestujícího atraktivní) jezdí velkokapacitní vozy (což je pro provozovatele hospodárné). Tak výkonné dopravní spojení nelze náležitě vyžít pouze občany bydlicími v zóně dosažitelnosti jeho stanic (v izochronně akceptovatelné pěší dostupnosti), přisun a rozptýl dalších cestujících formou přestupových vazeb je nutností. Jde nejen o přestupové vazby na další tramvajové linky, vedené jiným směrem, ale i o přestupové vazby na kapacitně méně výkonné systémy, které zajišťují dopravní obsluhu území s méně hustým osídlením. Tam by byla tramvaj pro své vysoké fixní náklady nevhodná a pro svou vysokou přepravní výkonnost a pro ní plynoucí dlouhé intervaly i nevhodná. Jde tedy především o vazby na autobusové či trolejbusové linky.

Přestupy jsou nutností, na přestupování mezi různými linkami i mezi různými dopravními systémy (včetně dopravy individuální - automobilové, cyklistické, ...) je založen síťový charakter hromadné dopravy. Jde jen o to, jak **rušivý vliv přestupů** na rychlost a kvalitu cestování minimalizovat:

- vhodnou stavební dispozicí stanic (nevelká vzdálenost výstupních a nástupních bodů a jejich umístění ve stejné horizontální rovině - tedy bezbariérovost),
- vhodným řízením provozu (návaznost jízdních řádů bez zbytečného čekání, spolehlivost plnění jízdních řádů - tedy dochvilnost),
- jednotným tarifem a jednotným jízdním dokladem (nevytvářet cenovou či

administrativní bariéru k optimalizaci dopravního spojení).

Pochopitelně nejde jen o vzájemné přestupní vazby mezi jednotlivými linkami téhož i jiného systému MHD, ale i o přestupní vazby mezi MHD a příměstskými, regionálními i meziměstskými dopravními systémy, tedy o vazby tramvajových se železničními a autobusovými zastávkami, nádražími a letišti. Při posuzování městské a příměstské či meziměstské dopravy je potřebné si uvědomit, že MHD je využívána výrazně vyššími přepravními proudy než doprava mimo město a má proto podstatně kratší intervaly. Tato skutečnost je jedním z důvodů, proč jsou v autobusové dopravě ve velkých městech důsledně odděleny městské a mimoměstské linky.

Přítom právě **v případě autobusů** by bylo možno, na rozdíl od kolejové dopravy, s nevelkými kompromisy vozidlo snadno přizpůsobit provozu ve městě i mimo město. Avšak tato možnost nebývá využívána, nebylo by to vhodné. Kromě rozdílných intervalů jde i o fakt, že ve městě by efekt přímého (bezpřestupového) spojení, docílený kombinací městské a meziměstské či příměstské dopravy, pocítila jen malá část obyvatelstva, bydlicí v blízkosti zastávek meziměstské linky. Ostatní cestující musí tak jako tak přestupovat a navíc by byli zdržováni četnými zastávkami na území města. Výhodnější je dopravit cestující z různých částí města k přestupnímu terminálu místní a dálkové dopravy a nezvyšovat provozní náklady dálkových spojů popojížděním po městě od zastávky k zastávce.

Příčiny vzniku dvoucestných tramvají

V souhrnu technických, ekonomických i dopravních hledisek se tedy nejví vhodně navzájem slučovat městskou a mimoměstskou dopravu, a to zejména ne v případě dopravy kolejové. To pochopitelně vyvolává otázku, proč takové systémy, tedy například dvoucestné tramvaje, vůbec vznikly a proč mají takovou publicitu. Popravdě řečeno jsou tyto systémy **více známé než rozšířené**. Jejich zastoupení na kon-



Snímek: -bk-

Přestup je pro každého cestujícího nepřijemnou komplikací. Je proto vcelku přirozené, že se mnozí architekti a projektanti snaží navrhovat a vytvářet koncepcie, které nahrazují přestup mezi dvěma různými dopravními systémy, tedy například i dvoucestné tramvaje. S těmito snahami však ostře kontrastuje velká časová a fyzická náročnost přestupů mezi jednotlivými linkami téhož dopravního systému, která není ničím výjimečným. Typickým případem zcela nezdařilých a k cestujícím nevhodných přestupů jsou stanice Florenc, Můstek a Muzeum, jež jsou uzlovými body hvězdicí tří linek pražského metra. Dlouhá chůze horizontálně, po rampách, po pevných schodištích, v labyrintech pravoúhlých chodeb i jízda po eskalátorech zdržuje v Praze denně desítky tisíc cestujících. Ve srovnání s tím, jaké bariéry byly v přestupních stanicích metra občanům se sníženou schopností pohybu a orientace vytvořeny, jsou diskuse o dvoucestných tramvajích okrajovou záležitostí.

Pochopitelně, že jde o památník dob minulých, kdy byla obranná funkce metra nadřazena jeho funkci dopravní. Jde o památník, který bude i za sto let znepříjemňovat cestování lidem, kteří se již o epizodě socialismu ani nebudou učit ve škole v dějepisu... **Na snímku je zachycena část ze soustavy přestupních chodeb stanice Můstek, spojujících linky A a B. Na Můstku není příliš velký výškový rozdíl mezi linkami, nicméně fakt, že je spojuje několik navzájem provázaných cest, dokáže dokonale zmást nejednoho návštěvníka Prahy - například hned pod krátkým eskalátorem z linky A narazí na rozcestí, kde na linku B ukazují šípky jak vpravo, tak vlevo.**

ferencích, v časopisech i na veletrzích je násobně větší, než odpovídá jejich podílu na přepravních výkonech. Jejich popularita je dána přirozeným zájmem techniků o něco neobvyklého. Obdivovatelé dopravních prostředků rádi fotografují unikátní vozidla, zatímco pro přepravní výkony dopravců a naplnění výrobních linek v továrnách jsou rozhodující tramvajová i železniční vozidla konvenčních typů.

Příčinu, proč vůbec dvoucestné tramvaje vznikly, je nutno hledat ve vlivu **vlastnických vztahů** na schopnost dopravce pružně reagovat na měnící se přepravní potřeby obyvatelstva. V 19. století vznikla železnice jako mimořádně kreativní podnikatelská aktivita. Dravost a soutěživost tehdejších železničních společností lze bez nadsázky přirovnat k tomu, jak v současnosti usilují o zákazníka operátoři sítí mobilních telefonů či obchodní řetězce. Byly stavěny železnice, byla

nakupována nová vozidla. Rychlost jízdy vlaků stoupala, jízdní doby byly zkracovány. V té době však též měla železnice (bohužel) velký význam ve vojenství. Stát se proto snažil dráhy vykoupit, aby je mohl řídit (nešlo o loupež formou znárodnění, ale o legitimní obchod, práva vlastníků byla respektována a jejich nároky byly vyplaceny).

Železnice získala státním vlastnictvím větší dimenzi, síťovou funkčnost, řád a disciplínu, ovšem za cenu poklesu schopnosti se rozvíjet podle potřeb společnosti. Centrální řízení, absence podnikatelských principů a prostředí bez přirozené konkurenční soutěživosti vykonaly své. Dvacáté století se stalo pro železnici obdobím stagnace a ztráty pozic. Velkou část jejich aktivit postupně přebíraly silniční a letecká doprava a železnice se s tím v podstatě smířila.

Dopravní podniky, vlastněné jednotlivými městy, byly přece jen pružnější. Reagovaly na rozvoj měst zřizo-

Příkladem méně příznivého řešení přestupního uzlu mezi železnici a MHD může být železniční stanice Ostrava-Svinov. Ta byla přestavěna v rámci modernizace 2. železničního koridoru, takže od roku 2006 má modernistickou přístavbu ze skla a oceli, nástupiště s dvojicemi podchodů i s pohyblivými schody a výtahy, jakož i nově řešené Opavské nástupiště se zatrolejovanými kolejemi (na snímku viditelné za jednotkou řady 471). Avšak při této investiční akci za 550 mil. Kč nebyla odstraněna, nebo aspoň redukována, **základní nevýhoda tohoto nejfrekventovanějšího ostravského nádraží - tedy velká vzdálenost staniční budovy k zastávkám tramvají a autobusů na mostě orientovaném kolmo nad kolejistěm stanicí**. Ten v roce 1983 nahradil dřívější nižší most, již nevyhovující požadavkům provozu a omezující zhlaví stanice, avšak zároveň s tím se stal minulostí úrovnový přestup v délce asi 200 m mezi železnici a MHD.

A tak se po příjezdu každého vlaku vydávají od nádraží zástupy cestujících obtěžkaných zavazadly na téměř půlkilometrovou „procházku“ zahrnující i strmou cestičku pustým územím podél kolejí směrem k tramvajovým zastávkám na mostě. Tito cestující nepotřebují, aby tramvaj jezdila po železniční trati. Docela by jim stačilo, kdyby tramvajová zastávka a nádraží byly naproti sobě. Dnes se ve Svinově přímo u staniční budovy sice nachází moderně řešené autobusové zastávky některých linek a parkoviště společně s moderní několikapatrovou garáží (také viditelná na snímku - část kruhového objektu visle nad čelem vlaku). Méně mobilní cestující mohou k cestě na mosty využít autobus linky 37, který podle denní doby jezdí v intervalu 10 nebo 20 minut, ale představám o moderním intermodálním uzlu 3. tisíciletí Ostrava-Svinov neodpovídá. A zřejmě už ani nikdy nebude, neboť jedinou změnou, která se zde do budoucna chystá, je nahrazení dnešního nevábného „plata“ se stánky (podlouhlá hnědá budova viditelná před garáží) novým třípodlažním „spojovacím polyfunkčním objektem“ začínajícím přímo u staniční budovy. Svinovský případ postupného zhoršování vazeb mezi železnici a městskou hromadnou dopravou není ojedinělý; také v Praze kdysi bývala zastávka tramvaje přímo před hlavním nádražím.



Snímek: Ing. Stanislav Zapletal

váním nových linek i nových tratí, sledovaly vývoj přepravních potřeb. Své aktivity postupně směřovaly i do okolních obcí. V oblasti autobusové dopravy to bylo vcelku snadné, příměstské autobusové linky se dodnes úspěšně rozrůstají - netřeba totiž pro ně budovat infrastrukturu, veřejné silnice jsou k dispozici všem. Horší to bylo v případě trolejbusů. Stavět drahé trakční vedení nad silnicí, kterou denně projede sotva několik desítek spojů, je ekonomicky neúnosné a ekologicky bezvýznamné. Tím víc bylo nereálné prodlužovat daleko za město tramvajovou trať.

Avšak **města se rozrůstala** a okolní obce též, potřeba návaznosti městské a příměstské dopravy byla stále naléhavější. Proto se pozornost městských dopravních podniků obracela k železničním tratím, jichž si státní železnice příliš nehleděly. Centralisticky řízené státní dráhy měly jiné priority než příměstskou či regionální dopravu. Byly upnuty k dálkové nákladní i osobní dopravě, k potřebám jednotlivých měst nebyly železnice příliš vnímavé. A tak dopravní podniky rozhodly vydat se za město se svými tramvajemi po železničních kolejích.

Tam, kde železnice přenechala dopravnímu podniku trať, kterou sama opustila, to bylo vcelku snadné. Dopravní podnik si ji upravil podle svých potřeb, v podstatě ji přizpůsobil provozu standardních tramvají. Navíc ji mnohdy dokázal různými odbočkami či propojením s jinými tratěmi šikovně zapojit do celkové tramvajové sítě. Avšak tam, kde jezdí **tramvaje v souběhu se železničními vozidly**, je situace podstatně složitější. Vozidla schopná jezdit po pouliční dráze i po veřejné železnici,



Snímek: Gérard Lecleire

Díky pokroku v oblasti techniky mechanické i elektrické části vozidel a díky nejnovějším technologiím výroby se podařilo vyvinout a vyrobit dvoucestné tramvaje. Tedy vozidla, která se dokáží pohybovat jak po pouličních tratích s malými poloměry oblouků a nízkou únosností, tak i po vysokým napětím elektrizovaných hlavních tratích, a to i v souběhu s běžným železničním provozem. **Snímek představuje první systém tram-train ve Francii, zastoupený typem Avanto z produkce firmy Siemens a spuštěný dne 18. 11. 2006. Zde je na snímku z pařížské stanice Bondy (26. 11. 2006) zachycen vůz ev. č. 09 společně se železniční příměstskou jednotkou 37E; obě vozidla jsou součástí systému příměstské dopravy označovaného nově jako Transilien.**

tedy dvoucestné tramvaje, se podařilo technicky vyřešit, ale jsou těžká a drahá; ještě těžší a dražší než obyčejné tramvaje a mnohem těžší a dražší než příměstská či regionální železniční vozidla.

Navíc jsou dvoucestné tramvaje ve srovnání se železničními vozidly **pomalé a nedochvilné** - vlivem nepravidelnosti v pouliční dopravě není snadné dodržet plánovaný čas průjezdu trasou, která je pro ně vyhrazena. Na opravě silně zatížených tratích je rok od roku obtížnější vyhradit volné trasy pro nepříliš rychle jedoucí vozidla. Přes mnohoslibné začátky a četné lákavé projekty s podmanivými ilustracemi či animacemi se dvoucestné tramvaje nerozšiřují tak

mnoho jako standardní tramvaje. Podle statistických přehledů představují dvoucestné tramvaje jen malé procento ze současné celosvětové produkce tramvají. V té jednoznačně dominují konvenční nízkopodlažní městské tramvaje.

Ještě více nelogické jsou úvahy o provozování **tramvají** na železničních **ve volné přírodě**, zcela bez návaznosti na městské pouliční úseky. Tam tramvaje nemohou využít žádné své přednosti a naopak jejich specifické vlastnosti se v takové aplikaci jeví nevhodně. Odpovídajícím způsobem řešená železniční vozidla (elektrické či motorové jednotky) jsou pro tyto aplikace podstatně levnější a výhodnější.

železnic je již plně vyčerpána trasami příměstských a dálkových vlaků. Zanedlouho patrně uzavřou kapitolu provozu dvoucestných tramvají na síti Evropských železnic (TEN) technické směrnice pro interoperabilitu **TSI CR RST** (Conventional Railways, Rolling Stock, tj. konvenční železnice, vozidla), které z bezpečnostních důvodů jednoznačně vyžadují odolnost vozidel při nárazu podle EN 15 227 (kategorie P-II).

Pochopitelně je možné připravovat projekty propojení tramvajových a železničních tratí v nejrůznějších městech či dokonce projekty na použití tramvají v přírodě. Jejich přidáná hodnota je však v poměru k investičním i provozním nákladům nevelká.

Současná situace

Železnice byly probuzeny. V některých zemích iniciativně, v jiných útrpně, začal jejich reformní proces. Čím byl radikálnější, tím je úspěšnější. Tolik kritizované a zatracované anglické železnice se opět po 150 letech stávají pro Evropu vzorem. Jednou ze zásad reformy železnic je jejich regionalizace. Nikoli stát, ale regiony si samy organizují a financují osobní železniční dopravu. Dříve opomíjené příměstské a regionální vlaky se staly předmětem soutěže a v ýdělku dopravců. Přestárlá vozidla, případně vysloužilé vozy z dálkové dopravy byly nahrazeny moderními, účelně řešenými příměstskými a regionálními jednotkami.

Z pohledu cestujícího nepravidelný jízdní řád, daný z velké části technologickými procesy železnice, byl vystřídan pŕlhodinovým či ještě kratším taktem. Organizátorům regionální dopravy se podařilo železnici začlenit **do integrovaného systému** s jednotným tarifem i jízdním dokladem a s navazujícími jízdními řády. Železnice, tramvaje a autobusy v něm nejsou konkurenty, ale partnery. Není důvod, proč používat tramvaj, optimálně navrženou pro provoz v městských ulicích, k jízdám po železnici, kde je dražší, pro delší cestování méně pohodlná a pomalejší než k tomu určená železniční vozidla. A v mnoha případech to již v podstatě ani není možné, neboť kapacita příměstských

Závěr

Dvoucestné tramvaje jsou bezesporu zajímavými vozidly. Představují jedno z nejnáročnějších a nejkomplikovanějších kolejových vozidel. Je vskutku pozoruhodné, jaké všechny funkce naplňují. Avšak nelze podléhat opojení technikou, ekonomika je rozhodující. Jde o vozidla, která jsou investičně i provozně velmi drahá.

Přestup cestujících mezi dvěma dopravními prostředky je v hromadné dopravě zcela přirozeným jevem. Má logiku jej učinit pohodlným a časově nenáročným, ale nevyplácí se snažit se jej zcela odstranit. Pozornost dopravců se proto obrací **k nákupu optimálně řešených tramvají** i optimálně řešených železničních příměstských elektrických jednotek a k optimalizaci přestupních vazeb. Dvoucestné tramvaje se v některých městech uplatňují, ale z hlediska světového trhu nejde o nosný trend. Efektivnější cesta k vyššímu zapojení železnice do služeb městské a příměstské dopravy je její integrace spočívající v provázanosti jízdních řádů, tarifů a jízdních dokladů. Tramvaje je rozumné provozovat na tratích pro ně vhodných, nikoli tam, kde jsou kompromisem. Podobně je tomu v podzemí, kterému bude věnován závěrečný díl tohoto seriálu.

Ing. Jiří Pohl



Snímek: -pk-

Tam, kde se železnice nesnaží využít svůj potenciál k tomu, aby nabídkou kvalitní kolejové dopravy odlehčila městské ulice od individuálního automobilismu, se nelze divit aktivitám dopravních podniků cíleným k vyššímu využití železnice. Avšak tam, kde je na příměstských tratích zavedena kvalitní železniční taktová doprava pohodlnými a rychlými elektrickými jednotkami, nikdo s nápadem, jak nahradit vlak tramvají nepřichází, není k tomu důvod. Úvahy o provozu dvoucestných tramvají jsou proto v první řadě signálem pro provozovatele železniční dopravy, aby se zamyslel nad kvalitou jím nabízených služeb a nad kvalitou přestupových vazeb. Privatizace umožnila britským železnicím využívat i velmi vydatné finanční zdroje různých bankovních domů, což se promítá do velkorysosti obnovy parku vozidel. Na snímku je kromě typického britského obrysu vozidel patrný i další charakteristický prvek tamních železnic. Tou je elektrizace příměstských tratí na jih od Londýna stejnosměrným napájecím systémem 750 V s přírodní (třetí) kolejnicí. Na rozdíl od pražského či moskevského metra však není přírodní kolejnice třena sběračem zespoda, ale ze shora. Proto je připevňována na pražce patou dolů a hlavou vzhůru, podobně jako obyčejné kolejnice určené k vedení a nesení vozidel. **Snímek dvou jednotek řady 450 dopravce South West Trains vjíždějících do stanice London-Waterloo byl pořízen dne 17. 6. 2004.**