

Principy a trendy v tramvajové dopravě

Díl sedmý: tramvaje na povrchu a v podzemí

Okolnosti kolem náhrady vozů typu R1 vyvíjených pro pražskou podzemní dráhu sovětskými vozy typu E jsou dodnes předmětem různých dohadů. Stejně jako mnohé další události přelomu 60. a 70. let, do kterých zapadají. Avšak skutečnost, že v Praze byla v roce 1967 nahrazena koncepce povrchové tramvaje (kterou dodnes připomínají stanice Hlavní nádraží a traťový úsek Hlavní nádraží - Muzeum) plnohodnotnou podzemní dráhou, akceptuje (zejména s odstupem let) snad každý.

Užitečnost a oprávněnost podzemní dráhy je ve městech s milionem a více obyvateli všeobecně pokládána téměř za nutnost. Povrchová doprava, veřejná i individuální, nedokáže kvalitně uspokojit přepravní potřeby velkých měst. Ulice je nutno zachovat pro bydlení a běžný život ve městě včetně místní dopravní obsluhy; nelze je přeměnit na dopravní magistrály, být mnohde se to „podařilo“ (pak šly ale stranou bydlení a normální život ve městě).

Pouliční doprava

Veřejná hromadná doprava zajišťující plošnou obsluhu území bývá zřizována se zastávkami každých zhruba 500 m - to proto, aby docházková vzdálenost k nim nebyla příliš velká. Při nejvyšší dovolené rychlosti jízdy vozidel po městských komunikacích 50 km/h lze při vzdálenosti zastávek 500 m a při úrovních křižovatkách se světelnou signalizací (s preferencí hromadné dopravy v míře, která je ostatními účastníky pouličního provozu akceptovatelná) dosáhnout technickou rychlost zhruba odpovídající 45 % rychlosti nejvyšší, tedy přibližně jen 22 km/h. Vlivem pobytu v zastávkách (typická hodnota 18 s) klesá **cestovní rychlost** rozptylového dopravního systému na cca 18 km/h:

$$v_c = v_t / (1 + T_0 \cdot v_t / L_z) = 22 / (1 + 18 \cdot 22 / (3,6 \cdot 500)) = 18 \text{ km/h}$$

v_c ... cestovní rychlost,
 v_t ... technická rychlost,
 T_0 ... doba pobytu v zastávce,
 L_z ... vzdálenost zastávek.

To jsou typické hodnoty, které dosahují městské tramvaje, trolejbusy či autobusy; použitý dopravní prostředek nemá na dosažitelnou rychlost zásadnější vliv. Statistické údaje z jednotlivých měst zpravidla uvádějí o něco vyšší cestovní rychlost autobusů a trolejbusů než tramvajů, ale to není vlastnost systému. Tato skutečnost je z podstatné části dána tím, že tramvajové linky zpravidla obsahují z větší části obtížně průjezdné trasy v centru a méně rychlejších radiál na vlastním tělese na předměstích. Avšak u autobusů, případně i trolejbusů, spíše dominují lépe průjezdné úseky na předměstích.

Možnosti a meze tramvajů

Pokud je město malé, je tramvajová trať schopna plnit jak úlohu plošné obsluhy území, tak i úlohu přepravy cestujících přes celé město, respektive z okraje do centra. Při malých přepravních vzdálenostech je totiž vlastní doba jízdy tramvajů jen menší částí celkového **přepraveního času**, v němž mají



Snímek: ČKD Praha

Vozidla, která se nedočkala sériové výroby, bývají ještě po mnoha letech předmětem dohadů, bádání, objasňování a vysvětlování. Tak je tomu i v případě jednotky R1, kterou ukazuje snímek z roku 1973 na Velkém zkušebním okruhu VÚŽ v Cerhenicích. Není snadné oddělit technická a ekonomická rozhodnutí od politických. Jinak se příběh vozidel R1 jeví z pohledu normálních tržně ekonomických vztahů a jinak z pohledu centrálně řízené ekonomiky. Praha, podobně jako jiná města v zemích RVHP, převzala know-how moskevského metra, které jí bylo vzorem při řešení tratí, stanic, energetiky, zabezpečovací techniky, předpisů, organizace a řízení provozu. K tomuto systému bytostně náležela i vozidla typu E, nebyl důvod cokoli měnit na dohromady fungujícím celku. ČKD bylo v té době přetíženo zakázkami na tramvaje do SSSR i do dalších zemí východního bloku, takže z hlediska tehdy sledovaných objemových ukazatelů výroby mu ani výroba vozidel metra nescházela. To jsou vcelku logické a těžko popíratelné argumenty. Na druhé straně však stojí postupné technické zastarávání vozidel vyráběných v tehdejší svazku RVHP, dané mimo jiné i absencí konkurenčního prostředí. Řešitelé jednotky R1 soustředění kolem Ing. Antonína Honzika měli oprávněný důvod k trpkosti. Avšak po letech dokázali své zkušenosti zúročit a podílet se na vývoji vozidla M1. Dostali druhou příležitost a využili ji.

v takovém případě dominantní roli ztratí časové související s příchodem k zastávce, čekáním na tramvaj a odchodem ze zastávky:

$$T_c = T_p + T_c + T_j + T_o = T_p + T_j/2 + L/v_c + T_o$$

T_c ... celková doba cesty,
 T_p ... doba příchodu na zastávku,
 T_c ... doba čekání na spoj,
 T_j ... doba jízdy,
 T_o ... doba odchodu ze zastávky,
 T_j ... interval mezi spoji,
 L ... přepravní vzdálenost,
 v_c ... cestovní rychlost.

Pro charakteristické hodnoty (doba příchodu k zastávce i doba odchodu ze zastávky 6 minut - tedy docházková vzdálenost 400 m při rychlosti pěší chůze 4 km/h, interval mezi spoji 6 minut) činí základní ztrátový čas (nezávislý na přepravní vzdálenosti, tedy $T_p + T_c + T_o$) celkem 15 minut. Za těchto podmínek má při cestovní rychlosti 18 km/h **vlastní doba jízdy** nadpoloviční vliv na celkovou dobu cesty teprve při přepravních vzdálenostech delších než 4,5 km:

$$T_j = L/v_c = 4,5/18 = 0,25 \text{ h} = 15 \text{ min}$$

Až když je průměr **zastavěné plochy města** vyšší než zhruba 10 km, začíná mít pro dobu trvání cesty z okraje do centra či opačně (které jsou pro pohyb obyvatelstva více typické, než diametrální průjezd přes celé město) podstatný vliv cestovní rychlost dopravního systému. V tak velkém městě má význam budovat kromě systémů zajišťujících plošnou obsluhu území (které jsou v každém městě nutností) i páteřové dopravní systémy s vyšší cestovní rychlostí. Těmi mohou být například autobusové linky s větší vzdáleností zastávek, resp. využívající kapacitní a rychlé městské komunikace. Jejich přepravní kapacita je však omezena, navíc je z důvodu vlivu na životní prostředí snaha vést městské rychlé silniční komunikace mimo osídlená území.

Pro rychlou a kapacitní dopravu přes město jsou velmi vhodné městské železnice, tedy dráhy speciální ve smyslu zákona o drahách č. 266/1994 Sb. **Metropolitní železnice**, zkrácené metro, mohou být vedeny buď po zemi, nad zemí nebo pod zemí. V českém jazyce jsme si navykli používat výraz metro pro podzemní dráhu, ale v jiných jazycích tomu tak není, v řadě měst na světě jezdí dráha zvaná metro též po povrchu nebo po estakádách.

Metro

Budování podzemních drah je typické zejména pro historická města s množstvím památných budov a s architektonicky cenným územím, která jsou charakteristická zejména pro Evropu, Severní Ameriku či Střední Asii. Naopak v dynamicky se rozvíjejících městech, například v Jihovýchodní Asii či Jižní Americe, bez rozsáhlé historické architektury jsou typické nadzemní městské železnice na estakádách. Těto orientaci napomáhá i skutečnost, že se často jedná o města založená v deltách velkých řek, tedy na podloží geologicky nevhodném pro budování tunelů a navíc s potenciálním nebezpečím častých záplav.

Nejlevnějším řešením je **městská železnice v úrovni povrchu**, ta však může vzniknout jen současně s budováním města a navíc jeho území rozdělí. Skutečnost, že rozdělení města železnici může vést až k jejím odmítnutí, dokládá například Hanoj: každá jízda vlaku k hlavnímu nádraží v centru města vyvolává vlivem množství úrovnových přejezdů se závornami ochromení pouliční dopravy, a tak vlaky raději končí na předměstích a lidé za nimi dojíždějí po přeplyných ulicích. Cílem je proto

vybudování estakády sloužící jak dálkové, tak místní železniční dopravě.

V řadě velkých měst, například v Německu, Rakousku a Švýcarsku, tradičně funguje zapojení **železnice do městské dopravy**. Na území města však nemá železnice roli plošné obsluhy území - na to jsou železniční vozidla příliš kapacitní. Navíc by příliš četné zastávky zvyšovaly spotřebu energie a zdržovaly venkovské cestující i další souběžně jedoucí vlaky, neboť propustnost hlavních železničních tratí nemůže být příliš snižována pomalu jedoucím vlakem. Železnice zde je v roli páteřního systému sloužícího k rychlému přesunu cestujících přes město na větší vzdálenost. Základním kritériem efektivnosti zastavení vlaku v zastávce je, jaké procento cestujících zde nastoupí/vystoupí ve srovnání s doplňkovým procentem cestujících, jež zastávka zdržuje a jejichž přeprava zvyšuje hmotnost vlaku, kterému je nutno odebrat a znovu vytvořit kinetickou energii.

Při vzdálenosti zastávek kolem 1 km je vhodné na městských železničních používát nejvyšší provozní rychlost **80 km/h**, vyšší rychlost by vedla spíše k nárůstu spotřeby energie než k dosažení výrazněji kratších jízdních dob. Vzhledem k jízdě po vyhrazené trase, nerušené pouličním provozem a křižovatkami, je reálné dosáhnout při vzdálenosti zastávek 1 km technickou rychlost zhruba odpovídající 60 % rychlosti maximální, tedy přibližně 48 km/h. Tomu odpovídá při době pobytu v zastávkách kolem 25 s cestovní rychlost přibližně 36 km/h. To je ve srovnání s pouličními dopravními systémy zajišťujícími plošnou obsluhu území zhruba dvojnásobek. Skutečné přepravní časy jsou však zpravidla ještě kratší, asi tak 40 % doby jízdy pouličních systémů, neboť trasa městských železnic bývá vedena příměji, než umožňují pouliční linky.

Zásadní výhodou městských železnic ve srovnání s jakýmkoliv druhem povrchové dopravy je jejich absolutní nezávislost na **dopravní situaci v ulicích**. Tato skutečnost je příčinou extrémně vysoké dochvilnosti městských železnic, tedy velké pravděpodobnosti dodržování jízdního řádu. U podzemních systémů se k tomu ještě přidává jejich nezávislost na počasí a ročním období. Vysoká spolehlivost městských železnic má ve skutečnosti větší než lineární účinek. Zejména v případě zájmu na dodržení nepřekročitelného času dosažení cíle (cesta na nádraží či na letiště k odjezdu vlaku či odletu letadla, cesta do zaměstnání s pevně stanoveným začátkem pracovní doby, cesta na důležitá jednání, na schůzku s partnerem, na divadelní představení, ...) přidává cestující k pravidelné době pro jistotu ještě přírůstek úměrnou předpokládanému zpoždění.

Tato **přírůzka** bývá volena opatrnými cestujícími u pouličních systémů, na základě nedobrych zkušeností, v řádu desítek procent. Městské železnice získaly svoji téměř 100% dochvilností a spolehlivostí takovou důvěru, že si je cestující navykli používat bez časové rezervy pro případný výpadek či zpoždění. Ve velkých městech je tedy ve směrech hlavních přepravních proudů

orientace na městské železnice (metro) zcela logická.

Podzemní dráha ve velkých městech

Podzemní dráhy nejsou žádnou novinkou. V metropolích světového významu již vznikly před sto lety, v mnoha dalších velkoměstech byly zřízeny v průběhu 20. století a jejich výstavba dále pokračuje. Jde většinou o téměř unikátní systémy - mnoho měst si zvolilo svůj originální průřez tunelu a jemu odpovídající obrys pro vozidla. Navíc je zřejmé, že každé desetiletí přináší nové technické možnosti, takže čím mladší systém, tím modernější je koncipován. To platí jak o vozidlech, tak o infrastruktuře. Unifikovanost systémů podzemních drah, zavedená podle vzoru moskevského metra v řadě měst bývalého Sovětského svazu a v hlavních městech s ním spřátelených států sdružených v RVHP, je ze světového hlediska výjimkou.

Kromě konvenčního metra železničního typu s adhezním pohonem úspěšně existují v některých městech i pro nás neobvyklé systémy na pneumatikách či s pohonem lineárními trakčními motory. I přes tuto mnohotvárnost jsou **základní vlastnosti** podzemních drah v zásadě jednotné:

- velká přepravní kapacita,
- velmi produktivní a (při náležitém vytížení) relativně levný provoz,
- dráhá výstavba trati.

Tyto obecně platné principy lze doložit na příkladu linky C pražského metra. Základním parametrem určujícím přepravní kapacitu systému je **minimální interval** mezi po sobě jedoucími vlaky. Na lince C použitý typ vlakového zabezpečovače PA 135 umožňuje minimální interval mezi odjezdy vlaků 90 s. Tato hodnota byla v rámci zkoušek úspěšně ověřena, ale v provozu není praktické ji plánovaně využívat. I drobné zakolísání, např. zpoždění odjezdu oproti jízdnímu řádu způsobené pomalým nástupem cestujících do jednoho vozu na jedné zastávce, by totiž vedlo (při překročení určité nevelké meze) ke zdržení všech vlaků na celé lince, jež lze jen velmi obtížně dohnat - jakoby se na chvíli zastavil a poté opět svoji rychlosti znovu rozběhl pásový dopravník.

Proto je za rozumné **provozní minimum** považován interval zhruba o 20 s delší, tato rezerva umožňuje vyrovnat zpoždění až do hodnoty 20 s bez narušení jízdy dalších vlaků. Přitom jde doslova o každou sekundu, neboť při tomto intervalu (90 + 20 = 110 s) znamená jedna ušetřená sekunda možnost zvýšit počet obíhajících vlaků, a tím přepravní kapacitu systému o téměř 1 %.

Dalším faktorem ovlivňujícím přepravní kapacitu systému je **obsaditelnost vozidel**. Délka vlaku je určena délkou nástupiště (ta v Praze činí zhruba 100 m), šířka vozidel (v Praze 2 712 mm) je určena zejména průřezem tunelu. Určité možnosti k maximalizaci přepravní kapacity (půdorysné plochy) jsou i na straně vozidel. Jde zejména o vyloučení jakýchkoli technických zařízení (skříň s elektrickými rozváděči) z interiéru a o použití moderních vně představených



S odstupem delší doby je potřeba hluboce smeknout před jasnozřivostí několika jednotlivců soustředěných v pražském DP Metro kolem Ing. Josefa Němečka a Ing. Vladimíra Bílka, kteří se krátce po pádu železné opony rozjeli do světa studovat, jakým směrem se ubírá vývoj podzemních drah, a na základě toho určit koncepci nových vozidel metra pro Prahu. Dokázali odmítnout lákavá řešení v podobě mírně inovace vozů typu 81-71 či úvahy o vozidlech metra na bázi tramvají KT8 a vytvořili nadčasově zadání pozdějších vozidel typu M1. Jeho základní idea byla geniálně jednoduchá: vozidlo řešené podle nejnovějších standardů západoevropské techniky, ale přitom plně kompatibilní s infrastrukturou tratí budovaných podle bývalých sovětských norem GOST. **Charakteristickou vnější i vnitřní podobu vtskl vozidlu M1 v té době ještě nepiliš známý mladý architekt Ing. Patrik Kotas, pozdější autor návrhů stanic Střížkov (na snímku), Rajska zahrada a dalších významných dopravních staveb.**

Snímek: -bk-

dveří, místo staršího zásuvného (kapsového) systému, což umožňuje znatelně snížit tloušťku stěn, a tím získat při stejných vnějších rozměrech skříň o něco větší vnitřní půdorysnou plochu. Vozidlo metra musí být velké uvnitř, malé zvenku.

Ačkoliv jsou vozidla metra podle ČSN 28 1310 dimenzována pro obsazení sedícími osobami a stojícími osobami s **plošnou hustotou** 8 osob na čtvereční metr (maximální obsaditelnost), není tento režim pro pravidelný provoz vhodný. Zejména z důvodu nabídky přijatelné úrovně kvality cestování je pro návrh jízdního řádu počítáno s menší plošnou hustotou stojících osob. Má-li MHD motivovat cestujícího k tomu, aby použil ji a ne automobil, musí nabízet určitou kvalitu.

V Praze je podle magistrátem vydaných Standardů kvality pro jednohodinové maximum užívána hodnota 2,6 stojící osoby na metr čtvereční. Nižší **provozní obsazení** je používáno také z důvodu docílení potřebně rychlé výměny cestujících ve stanicích. Tomuto parametru napomáhá i velký poměr celkové (součtové) světlé šířky dveří ku délce vozu (zhruba 27 %) a volnost dveřního prostoru. Optimální je čtyřtýřovitě uspořádaní sedadel (2/1 + 2/1) s vytvořením prostoru rozšiřujícího se směrem ke dveřím.

Přepravní výkonnost a produktivita metra

Při obsazení, které odpovídá Standardům kvality (sedící osoby plus stojící osoby 2,6 m²), činí přepravní kapacita pětivozové elektrické jednotky metra M1 celkem 224 + 403 = 627 osob. Při nejkratším pravidelném provozním intervalu 110 sekund vychází nominální jed-

nosměrná **přepravní výkonnost** systému metra:

$$p = N_k \cdot 3\,600 / T_i = 627 \cdot 3\,600 / 110 = 20\,520 \text{ osob/h}$$

p ... jednosměrný přepravní proud,
N_k ... přepravní kapacita vlaku,
T_i ... interval mezi odjezdy vlaků.

V Praze je zhruba tento přepravní proud dosahován v ranní přepravní špičce směrem do centra mezi stanicemi Pankrác a I. P. Pavlova, v ostatních úsecích je poptávka po přepravě o něco nižší. Metro zvládá silné přepravní proudy velmi efektivně, jen s minimem provozních zaměstnanců. Vždyť například ve dvojici spřažených modernizovaných tramvajových vozů T3 cestuje (též při obsazení odpovídající Standardům kvality (sedící osoby plus stojící osoby 2,6 m²) celkem 2 · (22 + 45) = 134 osob. Strojevodoucí metra tedy přepravuje zhruba 4,7krát více cestujících než řidič tramvaje.

Z hlediska dosaženého přepravního výkonu (osobové kilometry) je **produktivita** strojevodoucího metra dokonce 9,4krát vyšší oproti řidiči tramvaje, neboť za stejný čas ujede vlivem zhruba dvojnásobné cestovní rychlosti přibližně dvojnásobnou dráhu. Podobně je to i s produktivitou vozidel, vlivem vyšší oběhové rychlosti dosahují vozidla metra ve srovnání s tramvajemi přibližně dvojnásobný roční пробěh (zhruba: 100 tisíc versus 50 tisíc km).

Přitom **spotřeba elektrické energie** je u vozidel metra v přepočtu na jednoho cestujícího vlivem plynulejší jízdy (bez zastavování na křižovatkách) navzdory dvojnásobné cestovní rychlosti a vyšším aerodynamickým ztrátám v tunelu nižší než u tramvaje. Vozidla



Podpovrchové tramvaje jsou známé zejména z německých měst (Hannover, Stuttgart, Düsseldorf, ...), ale lze je nalézt i ve městech bývalého Sovětského svazu (Volgograd, Krivoj Rog). Určitou kuriozitou je levostranný provoz v podzemních úsecích, daný použitím ostrovních nástupišť. **Snímek pochází právě z Krivého Rogu z 18. 6. 1998 a představuje soupravu vedenou ex-pražským vozem T3, ev. č. 055, repasovaným v 90. letech minulého století tehdejší firmou PARS DMN.**

Snímek: Miroslav Bureš

metra dosahují ve srovnání s technicky srovnatelnými tramvajovými vozy (s rekuperací EDB) na jednoho přepravného cestujícího méně než polovinu spotřeby elektrické energie pro trakci. U pěti vozových jednotek metra M1 činí spotřeba elektrické energie (na vstupu napájecí stanice) zhruba 8,8 kWh na vlakový kilometr, tedy 14 Wh na cestujícího a kilometr, zatímco u dvojice modernizovaných tramvají T3 zhruba 4,5 kWh na vlakový kilometr, tedy 34 Wh na cestujícího a kilometr.

Tak vysoká produktivita a tak nízké přímé provozní náklady vozidel metra jsou však vykoupeny stavbou velmi **drahé infrastruktury** (v současnosti zhruba 3 až 4 miliardy Kč/km) a též poměrně velkými náklady na její provoz. Vždyť například na spotřebě elektrické energie celého systému metra činí podíl vozidel jen zhruba 40 % (platí pro moderní lehké vozy s rekuperací brzdové energie) a zbývajících 60 % spotřebovává infrastruktura (eskalátory, osvětlení, ventilátory, čerpadla, ...). Podmínkou rentability metra je tedy jeho náležitě využití cestujícími, jeho dostatečné vyřízení silnými přepravními proudy. Pak jsou náklady na jednu přepravenou osobu navzdory velkým počátečním investicím relativně nízké.

Podzemní doprava i pro menší města

Hlavním důvodem k přemístění hromadné dopravy z městských komunikací (ulic) do podzemí je přetížení povrchových komunikací individuální automobilovou dopravou (IAD). Tato skutečnost se projevuje ve všech městech bez ohledu na jejich velikost. V minulosti byla města budována pro pěší chůzi a pro dopravu koňskými povozy, při volbě jejich prostorové dispozice nebyly uvažovány prostory pro provoz či parkování automobilů. V průběhu 20. století se však situace výrazně změnila.

V roce **1974**, když byla v Praze uváděna do provozu první linka metra, připadalo na jednoho obyvatele zhruba 0,2 automobilu. Již za tohoto množství automobilů byla koncentrace pouliční dopravy natolik silná, že bylo nutno přemístit část hromadné dopravy do podzemí. Po 34 letech je v Praze, ale i v ji-

ných městech, již více než 0,5 automobilu na obyvatele. Síť pražského metra se již rozšířila na téměř 60 km a její výstavba pokračuje - dosud nejkratší z ramen šesticipé hvězdičky, západní úsek linky A, se v průběhu dalších let postupně přiblíží k okraji města, kterého již pět ostatních ramen hvězdičky linek metra dosáhlo.

Nelze však opomenout, jak se vyvíjela dopravní situace v ostatních městech České republiky, v nichž je veškerá doprava zajišťována výhradně po povrchových komunikacích. Nelze přehlédnout, že ve městech se zhruba 0,5 miliónu obyvatel, jako například v **Brně**, je v současnosti více automobilů, než bylo v Praze v době zahájení provozu metra, a že jsou v nich tyto automobily soustředěny na podstatně menší ploše. Je obdivuhodné, jaké výkony v Brně odvádí tramvajová doprava; vždyť na rozdíl od Prahy je zde základem systému MHD. Avšak v centrální části města už nemá potenciál více kvantitativního ani kvalitativního růstu. Již zhruba 10 let staré úvahy o podzemní dráze v trase severo-j jižního diametru Šumavská - Zvonarka mají své opodstatnění.

Zbývá však odpovědět na otázku, jaký systém použít. Podobné rozhodnutí již řadu let řeší i Bratislava a mnohá další města podobné velikosti v Evropě i mimo ni.

Méně výkonné podzemní systémy

Konvenční metro, v České republice reprezentované pražskou podzemní dráhou, má určité možnosti zvyšování své přepravní výkonnosti. Ty jsou využívány ve městech se silnými přepravními proudy. Nástupišťe a vlaky mohou být delší, tunely, nástupišťe a vozy mohou být širší. Určité možnosti jsou i v oblasti zkrácení intervalu mezi vlaky, a to zásadní změnou ve způsobu zabezpečení jízdy vlaků. Jde o náhradu tradiční jízdy podle návěstidel, rozdělovacích trať na pevné prostorové oddíly (pevný blok), moderním systémem **CBTC**, tedy řízením jízdy vlaku na základě kontinuálně získávané informace o poloze předchozího vlaku (pohyblivý blok). Naproti tomu nejnepříhodnější mobilizovatelná rezerva ke zvýšení přepravní výkonnosti systému

metra, kterou je zvýšení plošné hustoty stojících cestujících, není cestou, jež by měla pozitivně motivovat dosavadní uživatele osobních automobilů k dobrovolnému použití hromadné dopravy.

Na druhou stranu je potřeba vnímat, že cesta zvýšení koncentrace stojících cestujících existuje a mnohá velká města ji z nutnosti využívají. To je zejména případ mnohamilionových a dynamicky se zvětšujících velkoměst v Asii, například v Číně či Japonsku, v nichž se přes trvalý rozvoj dopravních systémů nedaří tržet metra budovat tak rychle, jako přibývá obyvatel. Poptávku po přepravě nelze zládnout jinak než cestováním ve velmi silně obsazených vozidlech.

Na cestujícího však působí tři základní negativní projevy **cestování v návalu**: nepohodlné stání v těsné blízkosti dalších osob, teplý vydýchaný vzduch ve voze a zejména starosti při nastupování a vystupování. Čas pobytu ve stanici totiž nelze překročit (to by prodloužilo interval mezi vlaky a tím snížilo přepravní výkonnost systému), a tak mají cestující jen krátkou příležitost k tomu vůz opustit, resp. se do vozu závěra dostat. Strojvedoucí nemilosrdně zavírá dveře bez ohledu na situaci ve voze či na nástupišti a odjíždí, neboť jinak by způsobil následující vlak.

Schopnost cestujících dokázat i za silného obsazení vozidla ve stanici rychle vystoupit a nastoupit, která je typickou například pro Moskvu a kterou vnímá citlivý a opatrný Středoevropan jako neomalomenost a tvrdost, je ve skutečnosti naprostou nutností. V některých asijských městech napomáhají urychlit odjezd vlaku ze stanice zřízení, kteří rukama v bílých rukavicích zatlačí cestující do vozu, aby bylo možno co nejdříve uzavřít dveře. Při tak silných přepravních prouděch jsou však limitem nejen vozidla, ale i infrastruktura - zejména šířka nástupišť a kapacita přistupových, resp. odstupových cest (schodišť) k nim. V případě extrémně silné poptávky po přepravě proto nezbyvá než vybudovat novou paralelní linku.

Zatímco mnohá evropská, asijská i americká města řeší otázku, jak zvýšit přepravní výkonnost systému metra, aby došlo k uspokojení mohutné a stále rostoucí poptávky po přepravě, existuje v jiných městech **problém zcela opačný**. Přepravní výkonnost konvenčního metra je totiž pro některé aplikace příliš vysoká a nebyla by využita. Vždyť například pražskými pěti vozovými jednotkami metra lze v průběhu pěti hodin odvézt všechny obyvatele ze stotisícového Kladna...

Existuje několik možností, jak v případech nízké poptávky přepravní výkonnost konvenčního metra snížit:

- poskytnout cestujícím vyšší prostorový komfort, tedy snížit plošnou hustotu stojících osob, a tím i počet cestujících ve vozech,
- prodloužit interval mezi vlaky,
- snížit počet vozů zařazených v jednotce.

V běžném provozu jsou všechny tři výše uvedené možnosti využívány, a tím přispívají přepravní nabídce poptávce. Jejich společnou a dost zásadní **nevýhodou** však je, že nevedou k zásadnímu snížení investičních nákladů:

- **snížený počet cestujících** ve vozech se prakticky vůbec neprojeví snížením investičních ani provozních nákladů (proto je toto patření s oblibou využíváno v opačném směru: zvýšený počet cestujících ve vozech vede jen k nevelkému nárůstu provozních nákladů),

- **prodloužení intervalu** mezi vlaky snižuje jen velmi mírně investiční náklady (není potřeba tak výkonné zabezpečovací zařízení a tolik vozidel), ale tyto položky nejsou dominantní. Dojde k určitému snížení provozních nákladů (spotřeba elektrické energie, mzdy strojvedoucích, údržba vozidel, opotřebení kolejnic, ...), avšak v celkovém součtu nikoliv úměrně snížení přepravní výkonnosti, neboť fixní složky nákladů zůstávají neovlivněny. Také zde existuje analogie s opačným snížením, které je efektivní, neboť růst celkových provozních nákladů není tak výrazný jako zkrácením intervalů dosažený růst přepravní výkonnosti.

- **zkrácení délky vlaku** umožňuje určitě další úspory na straně investic (kratší nástupišťe, méně kapacitní schodiště, menší instalovaný výkon trakčních napájecích stanic, ...), ale ve srovnání s budováním tunelů a dalších objektů jde o nevelký přínos. Použitím kratších vlaků též dojde k určitému poklesu provozních nákladů, avšak nikoli proporcionálně, neboť jedna z jejich dominantních složek, mzdy strojvedoucích, zůstane nesnížena. Ani náklady na trakční energii neklesají při použití kratších vlaků lineárně, nýbrž pomaleji, neboť aerodynamická složka měrného jízdního odporu kratšího vlaku je vyšší než u vlaku dlouhého.

V principu je možno dimenzovat konvenční metro nikoliv na jeho obvyklou přepravní výkonnost (například na přepravní proud 20 000 cestujících za hodinu jedním směrem = 100 %), ale na polovinu či čtvrtinu této hodnoty, ale žádné z výše uvedených opatření nezajistí, že investiční a provozní náklady též klesnou na polovinu či čtvrtinu. **Efektivnost investic** do budování konvenčního metra i efektivnost jeho provozování jsou proto v případě slabší poptávky po přepravě nižší, než je tomu v případě plného využívání možností systému. Tedy nikoli diskriminační opatření ze strany státu či jiných orgánů, zákonů, nařízení, norem či předpisů, ale ryzi ekonomika určuje, že v městech pod určitou velikost nemá smysl budovat konvenční metro (pokud se ovšem nejedná o města extrémně bohatá, která si mohou takový luxus dovolit).

Tato skutečnost není ničím novým, poučka o tom, že konvenční metro se nehodí do měst pod jeden milion obyvatel se traduje již několik desetiletí. Nové je jenom to, že za ta léta stoupla vlivem rozvoje individuálního automobilismu i mobility všeobecné koncentrace povrchové dopravy natolik, že i města se zhruba 0,4 až 0,6 mil. obyvatel cítí potřebu podzemní dopravy. Řeší dilema, zda mají být v ulicích dopravní prostředky, nebo lidé. A to nejen na chodnicích, ale i v okolních domech.

Tento jev má též svoji **ekonomickou dimenzi**. Kdysi vysoce ceněné byty, kanceláře, obchody a restaurace

na hlavních třídách v centru města se z důvodu vysoké hlukové zátěže a dalších negativ silného dopravního provozu dostávají na okraj zájmu obyvatelstva i firem, jejich cena výrazně klesá. Otázka tedy nezní, zda do měst střední velikosti patří či nepatří podzemní dráha, ale jaký systém pro ni zvolit, aby byla z hlediska výše investičních i provozních nákladů reálně uskutečnitelná. Tedy aby náklady byly úměrné záměrně nižší (potřebné) výkonnosti systému.

Lehké metro

V souvislosti s hledáním méně kapacitního systému podzemní dráhy, vhodného i pro menší města, je často používán pojem lehké metro. Avšak tento pojem je poněkud abstraktní. V obecném slova smyslu je spíš chápán nikoliv jen z pohledu hmotnosti, ale v širším slova smyslu, tedy jako menší systém, dimenzovaný a využíváný pro poněkud nižší přepravní výkonnost.

U málokterého dopravního systému je tak **těsná vazba** (ve faktickém i přeneseném významu těchto slov) **mezi vozidly a tratí**, nebo-li infrastrukturou, jako u podzemních drah. To je především dáno nákladností stavby tunelů, snaha minimalizovat jejich průřez je logická. V podstatě jde o geometrickou úlohu: jak do co nejmenšího průřezu tunelu vtěsnat vozidlo s potřebným průřezem interiéru. Při určitém zjednodušení lze tuto úlohu přirovnat k obdélníku vepsanému do kružnice. Kromě samotného vozidla (navíc vypruženého a pohybujícího se, tedy vyžadující určité vůle jak pro vyloučení kolize, tak pro proudění vzduchu, aby nebyl nárůst aerodynamického odporu příliš velký) musí být v tunelu i vlastní kolej, energetické napájení, sdělovací a zabezpečovací technika, průběžné kabelové vedení, vodovodní potrubí a pochozí stezka.

Jak všechna tato technická zařízení výtěsnat do nejmenšího (přesněji: do nejlevněji vybudovatelného) prostoru, již řešili technici mnohokrát. Profil, již řešili technici mnohokrát. Profil, který je využíván v Praze, tedy kruhový **tunel o průměru 5,1 m**, do něhož lze umístit konvenční kolejové vozidlo o šířce 2 712 mm a o výšce 3 670 mm včetně jeho napájení a zabezpečení, vznikl zhruba před 70 lety spolu s moskevským metrem, resp. ještě o něco dříve, když vznikl americký vzor moskevského metra. Za tu dobu nepřišlo prakticky žádné nové technické řešení, které by při zachování základních principů kolejového vozidla s adhezním pohonem umožnilo rozměry tunelu výrazněji snížit.

Cestou k lehkému metru není ani použití Jakobových podvozků. Při respektování tratí daného limitu hmotnosti na dvojkoli je totiž nutno zachovat průměrnou vzdálenost podvozků, takže výsledkem jsou jen kratší vozové skříně, tedy vícečlánková jednotka, ale hmotnost vozidla vztážená na metr délky či na sedadlo se spíš zvyšuje, než snižuje.

Přirozené trendy

V průběhu let však vznikly, případně vstoupily ve známost, tři okolnosti vedoucí k tomu, aby tunely metra byly spíš ještě větší a ještě dražší.

1) Vlivem kvalitnější výživy a změny životního stylu došlo v průběhu 20. století k výraznému **nárůstu tělesných rozměrů obyvatelstva** včetně výšky postav. Tento výtvarně pokračující trend komplikuje stavbu kolejových vozidel. Zatímco u železničních vozidel je požadavek na pohodlnou přepravu dvoumetrových dlouhánů potíží pouze u dvoupodlažních vozů a jednotek, ale u jednopodlažních vozidel problém nečiní, je případný dodatečný požadavek na zvýšení podchodné výšky uvnitř vozidel konvenčního metra prakticky neřešitelný.

Výška interiéru vozidla metra je v podstatě neměnná, neboť je na jedné straně dána výškou jeho podlahy (např. v Praze 1 150 mm nad TK), která je v zásadě určena výškou nástupiště (např. v Praze 1 100 mm nad TK), a na druhé straně obysem horní části tunelu (po odečtení nezbytné vůle mezi horní hranou střechy vozidla, resp. krytých ventilačních otvorů, a průřezným průřezem infrastruktury a po odečtení prostoru potřebného pro zabudování ventilačního systému ve stropě vozidla a s nezbytným odstupem mezi výdechy ventilačního vzduchu a hlavami stojících cestujících).

2) Na počátku 20. století, kdy byly navzájem optimalizovány a určovány rozměry vozidel a tunelů, ještě nebyl znám (resp. nebyl zohledněn) jev postupného **zvýšování teploty v prostorách podzemních drah**. Podstata tohoto jevu spočívá ve skutečnosti, že veškerá energie přivedená do podzemí, a to jak pro infrastrukturu (eskalátory, osvětlení, ...), tak pro vozidla (trakční a pomocné pohony, osvětlení, ...), se v konečném důsledku mění v teplo, k němuž se dále přidává i teplo produkované cestujícími. Velikost výsledného tepelného výkonu závisí na intenzitě provozu, typické dlouhodobé střední hodnoty se pohybují kolem 0,28 kW na metr délky jednokolejné tratě (starší vozidla s odporovým brzděním), resp. kolem 0,22 kW na metr délky jednokolejné tratě (novější vozidla s rekuperacním brzděním).

Skutečnost, že tunely jsou vyhřívány tak, jako by po jejich celé délce bylo na rozteč několika kroků rozmístěno mnoho trvale činných topných radiátorů, se neprojevuje okamžitě. Zemina obklopu-

je povrch tunelů má totiž velmi značnou tepelnou kapacitu a tedy i velkou časovou konstantu. Nikoli však nekonečnou, a tak teplota v tunelech postupně roste, zemina se prohřívá. Nárůst teploty je pozvolný - o desetinky stupňů Celsia za rok, ale vytrvalý. Po několika desetiletích provozu, a tedy i akumulace tepla, již začíná být v prostorách podzemní dráhy, zejména v letním období, cestujícím nepříjemně horko. Přítom v létě, kdy je i na povrchu teplo, nelze podzemní prostory ochladit ani pomocí ventilátorů přivádějících do metra venkovních vzduch, neboť ten je též horký.

Nezbývá tedy, k nevlídnosti cestujících, než rozehrát tunely chladit pomocí ventilátorů preventivně studeným vnějším vzduchem v zimě. V souvislosti s jevem postupného ohřívání podzemních prostor metra vzniká požadavek na účinnější ventilaci, příp. klimatizaci vozů. Příslušná zařízení však není snadné do střešních prostor vestavět, neboť před mnoha lety, při volbě vzájemné proporce rozměrů vozidla a tunelu, s nimi nebylo počítáno.

3) V zájmu urychlení **evakuace cestujících** při uviznutí vlaku v tunelu je u nově budovaných systémů zřizována širší odstupová rampa, než tomu bylo dříve.

Je tedy zřejmé, že u konvenčního metra není příliš mnoho možností, jak koncipovat vozidla a zejména infrastrukturu na menší přepravní výkony a levněji. Vždyť ve srovnání s některými mohutnějšími západoevropskými či asijskými systémy podzemních drah s vozidly širokými kolem tří metrů bývá pro nás obvyklé moskevské, respektive pražské metro řazeno do kategorie těch lehčích. Vvítat nový typ vozidla „lehkého metra“ konvenčního typu jen proto, že bude o pár desítek milimetrů užší než již zavedený typ, a k tomu stavět odlišný typ infrastruktury a budovat nové depo, postrádá smysl.

Podpovrchové tramvaje

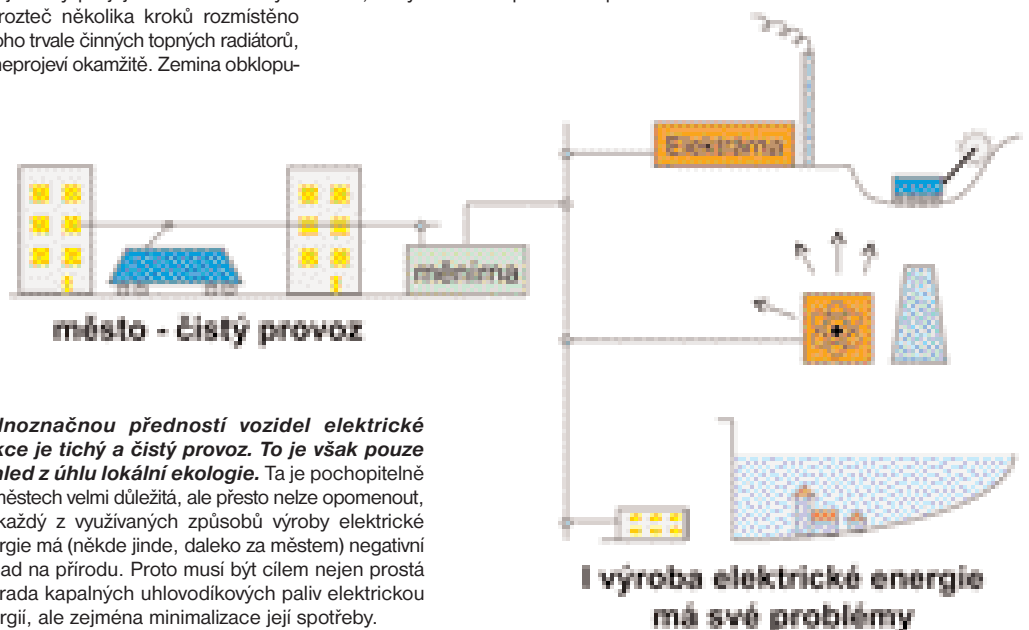
V souvislosti s hospodářským růstem, který nastal v západní Evropě ne-

dlouho po skončení 2. světové války, stoupl počet automobilů ve městech a zejména jejich centra se stala obtížně průjezdnými. To se pochopitelně dotklo i tramvajové dopravy. Na předměstích, kde měly tramvaje vyhrzeny vlastní těleso uprostřed vozovky, probíhala jízda tramvají vcelku plynule, ale v centrech měst, v místě velkých křižovatek či úzkých uliček, tramvaje postávaly v dopravních zácpách. Vznikla tak idea podpovrchové tramvaje. Na předměstských radiálách zůstala tramvaj na povrchu, ale střed města podjížděla tunelem - zpravidla nepříliš hluboko založeným, hloubeným ze shora.

Ve srovnání s konvenční podzemní dráhou jde nesporně o investičně levnější systém, ale má i svá **negativa**. K těm zásadním patří zejména jeho závislost na dopravní situaci (a počasí) na povrchu, která se přenáší i do podzemí, takže systém podpovrchové tramvaje nedosahuje tak vysokou dochvilnost a spolehlivost jako ryzi podzemní dráha. Jeho druhou nevýhodou je nutnost univerzálního (kompromisního) řešení vozidel pro provoz v ulicích i v podzemí.

Tim se **pojetí vozidel** vzdaluje od optimálního řešení buď pro podzemní, nebo pro pouliční provoz. Těch rozdílů je celá řada:

- na rozdíl od pouličních tratí nemusí být v tunelech tak malé poloměry oblouků, proto mohou mít vozidla metra podstatně delší skříně a větší vzdálenost otočných bodů podvozků než tramvaje,
- příčný průřez vozidla podzemní dráhy je, včetně odběru elektrické energie z vespod umístěné přírodní kolejnice, podřízen optimálnímu vyplnění kruhového tunelu, zatímco tramvaje jsou z pravidla užší a s horním odběrem elektrické energie z trolejového drátu,
- tramvajová vozidla jsou pro pouliční provoz vybavena neadhezními kolejnicovými brzdami a pískováním, zatímco v podzemí se tato zařízení zpravidla nepoužívají,
- tramvajová vozidla jsou pro zimní pro-



Jednoznačnou předností vozidel elektrické trakce je tichý a čistý provoz. To je však pouze pohled z úhlu lokální ekologie. Ta je pochopitelně ve městech velmi důležitá, ale přesto nelze opomenout, že každý z využívaných způsobů výroby elektrické energie má (někde jinde, daleko za městem) negativní dopad na přírodu. Proto musí být cílem nejen prostá náhrada kapalných uhlovodíkových paliv elektrickou energií, ale zejména minimalizace její spotřeby.

matikách - přibližně rovnocenné. Mělké stanice navíc přispívají ke zkrácení výsledné doby přepravy a tím též zvyšují poměr izochrony pěší dostupnosti - ve stanoveném časovém limitu dojdou na nástupiště občané i ze vzdálenějších míst. Přitom velikost obsluhované plochy a tím i počet dotčených obyvatel rostou s druhou mocninou poloměru izochrony. Snadnější dostupnost stanic zároveň snižuje potřebnost paralelní hromadné povrchové dopravy, která bývá průvodním jevem hluboko uložených systémů konvenčního metra.

Systém metra na pneumatikách lze provozovat nejen v tunelech, ale i **na povrchu**, například na estakádách. Díky nízké úrovni vyzařovaného hluku je možno trať vést i v těsné blízkosti obytných budov. Typické je proto kombinované vedení trasy - v centru města v podzemí, na předměstích po povrchu. Toto pojetí je investičně levnější, než 100% uložení tratě v tunelu.

Schopnost systému lehkého metra na pneumatikách přizpůsobit se i slabším přepravním proudům, která je základem jeho úspornosti, je dána nejen řešením jeho tratě, ale i řešením jeho vozidel a způsobem **řízení provozu**. Přizpůsobení přepravní výkonnosti systému nevelké přepravní poptávce je založeno nikoliv na provozu velkých vlaků v dlouhých intervalech (jak je obvyklé při nízké přepravní poptávce u konvenčního metra), ale na provozu malých vlaků v krátkých intervalech. Základem systému jsou lehká vozidla o nevelké přepravní kapacitě, obíhající v těsném sledu. Takový způsob je sympatický pro cestující (krátké doby čekání na vlak) a vede i k úsporám na straně infrastruktury - postačují krátká nástupiště a trakční napájecí stanice (měnirny) o menším výkonu. Přínosem je i velmi vysoká pravděpodobnost regeneračního brzdění, což snižuje spotřebu elektrické energie a zjednodušuje vozidla - ta nemusí mít brzdové odporníky.

Objektivní nevýhodou použití lehkého počtu vlaků i při dopravě menšího počtu cestujících by byla nutnost použití velkého počtu strojvedoucích s podílem na výši provozních nákladů. Vždyť již v současnosti jsou u konvenčních systémů metra personální náklady vyšší než náklady na elektrickou energii. S cílem tomuto předejít je lehké automatické metro na pneumatikách řešeno pro plně automatický provoz bez strojvedoucího.

Provoz bez strojvedoucího dává automatickému metru možnost prakticky neomezené přizpůsobivosti potřebám obyvatelstva. Na základě aktuální situace (monitorování počtu cestujících na stanicích buď kamerovým systémem nebo počítáním počtu osob procházejících turnikety) lze v průběhu dne operativně měnit přepravní výkonnost dopravního systému buď přidáváním respektive odebráním počtu vlaků obíhajících na lince (změna délky intervalu), nebo přidáváním respektive odebráním počtu vozidel tvořících vlak (změna přepravní kapacity vlaku).

Provoz metra bez doprovodného personálu (kategorie GOA 4) již patří ke stavu techniky („vodorovný výťah“). Je zajímavé si připomenout, že na zkušebním úseku systému VAL v Lille se

rozjel první vlak bez strojvedoucího již v roce 1974, tedy ve stejném roce, kdy se v Praze rozjely první třívozové vlaky sestavené z vozů typu Ečs na nově postaveném prvním úseku linky C.

Doplňkový systém

Potřebnost ve srovnání s konvenčním metrem méně výkonných, a zároveň i investičně i provozně levnějších, a tedy hospodárných dopravních systémů, vhodných i pro provoz v podzemí, je typická nejen pro města střední velikosti (kolem 0,5 milionu obyvatel), která dosud ještě metro nemají, ale i pro velká města, která již provozují konvenční metro. Ve velkých městech existují **základní směry** s velkými přepravními proudy, které je vhodné obsloužit linkami konvenčního metra. Počet, případně délka takových tras je konečná a pokryje ji určitý počet linek konvenčního metra. Rozšiřování jeho sítě nad určitou mez již nemá ekonomické opodstatnění, konvenční metro by bylo na úsecích se slabou poptávkou po přepravě nevyužito.

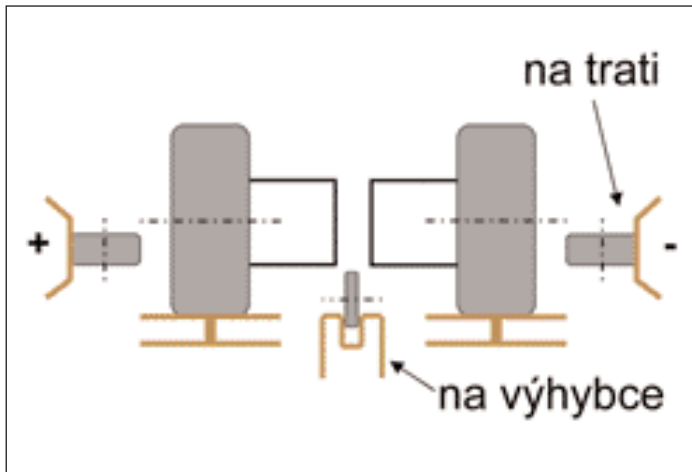
I po vybudování sítě konvenčního metra všude tam, kde existuje příslušné silná poptávka po přepravě, zůstává ve městě řada území, ve kterých je sice poněkud slabší poptávka po přepravě, ale přetížené ulice nedokáží zajistit občanům kvalitní povrchovou dopravu. V takových oblastech (segmentech) velkých měst je rozumné budovat podzemní tratě lehkého automatického metra, navazující na základní síť konvenčního metra.

Pohled do budoucnosti

Kolejová vozidla slouží desetiletí, tratě sto a více let. Není jednoduché správně odhadnout vývoj budoucích přepravních potřeb a vhodně zvolit přepravní výkonnost nově zakládaného dopravního systému. V současné realitě MHD lze najít mnohé případy, kdy byly budoucí potřeby v minulosti správně odhadnuty a systém správně dimenzován. Vyskytují se však i mnohé případy, kdy příliš úsporně pojatý systém nestačí rostoucím potřebám a limituje provoz. Každodenní **provozní komplikace** jsou daní za dávno zapomenutou jednorázovou úsporu. Existují však i opačné případy příliš velkoryse vybudovaného dopravního systému, který se nedočkal očekávaného využití, a tím i návratnosti investic, jeho velké fixní náklady zatěžují ekonomiku provozu.

K této historické skutečnosti přistupují některé další nejistoty vyplývající z určitých prvků nespojitosti ve vývoji populace, měst i dopravy. V době, kdy rozhodujeme o miliardových investicích do nových dopravních systémů, například neznáme odpověď na **tři důležité otázky**:

- jak se bude vyvíjet porodnost a na ni navazující počet obyvatelstva? Potřebujeme řešit dopravu pro dynamicky se rozvíjející společnost s rozhodujícím podílem mladých dynamicky žijících lidí, nebo pro útlumovou společnost s převažujícím podílem poklidných seniorů?
- jak se bude vyvíjet styl bydlení a jemu odpovídající způsob urbanizace



Vozidla lehkého automatického metra VAL pojíždějí pneumatikami po nízkých ocelových nosnících a směrově jsou vedena bočními vodícími profily, o které se opírají boční vodící kolečka. Boční vodící profily zároveň plní roli dvoustupňového trakčního vedení. Vodící žlábková kolejnice, do níž zapadá střední ocelové kolečko, je instalována jen na výhybkách (tam naopak nejsou instalovány boční vodící profily), případně ve stanicích a na volné ploše v depech. Trakční motory jsou z důvodu minimalizace rozměrů použity synchronní s permanentními magnety, každý z nich pohání přilehlé kolo přes homokinetický kloub a planetovou převodovku. Pro umožnění rozdílných otáček kol v obloucích napájí levou stranu vozidla jiný pulsní střídač než pravou.

území? Potřebujeme dopravní systémy pro plochy s vysokou koncentrací osídlení v těsné vedle sebe postavených vysokých domech, nebo spíše dopravní systémy pro plochy s nízkou koncentrací osídlení v rodinných domech se zahrádkami?

- jak ovlivní budoucnost mobilitu disproporce mezi geologickými limity těžby přírodní ropy a poptávkou po této surovině? Budou nadále povrchové komunikace přeplněny automobily, nebo se časem v důsledku vysokých cen kapalných paliv znatelně vyprázdní?

Odpovědi na tyto a další otázky zásadního rázu v podstatě neznáme, jde jen o **dohady**. Ale přesto musíme rozhodovat o budoucích dopravních systémech a budovat je pro své následníky, stejně tak činili naši předchůdci.

Orientace na **elektrickou trakci** se jeví perspektivní. Dráhy s elektrickým napájením mají před sebou období růstu. To platí i v městské hromadné dopravě. Dráhy speciální (metro), dráhy tramvajové i dráhy trolejbusové mít nadále své opodstatnění v oblastech se silnými přepravními proudy. V řídko osídlených částech měst, kde se nevyplatí tak vydatně investovat do infrastruktury, lze též očekávat uplatnění elektrické trakce, a to ve formě elektrobusů. Jejich realizaci usnadňuje velký pokrok v oblasti zásobníků energie, jak pomalých (moderní akumulátorové baterie), tak rychlých (dvouvrstvé kondenzátory - viz DM 1 a 2/05).

Naproti tomu patrně ustupují do pozadí některé již dříve zkoušené principy, jako například použití vodíku pro výrobu elektrické energie v **palivových článcích**. Vodík se totiž v přírodě volný nenachází, je vyráběn s využitím zdrojů energie (elektrina, ropné produkty). Vodíkové systémy proto představují jen jednu z forem zásobníků (akumulátorů) energie, a to zásobník (akumulátor) dosti drahý a s nevelkou účinností. Budoucnost patří jednodušším, levnějším a energeticky úspornějším typům zásobníků energie. Technologie, na něž se orientují výrobci automobilů (elektro-

mobilů), tedy zejména moderní elektrochemické akumulátory, se díky pozitivnímu vlivům automobilového průmyslu (konkurenční prostředí, sériová výroba) stávají technicky dokonalejšími i levnějšími a byla by škoda je nevyužít v oboru veřejné hromadné dopravy.

Závěr

Tímto číslem, bohužel, končí vydávání časopisu Dopravní magazín. Všichni jsme nahraditelní, každé vozidlo je nahraditelné, každý časopis je nahraditelný. I v příštím roce bude dál ve městech fungovat veřejná hromadná doprava, pracovníci dopravních podniků se nadále budou starat o svéřené vozidlo s cílem poskytnout cestujícím co nejlepší služby. Ale přece jen jim něco bude scházet - šestkrát za rok Dopravní magazín...

Sluší se redakci i vydavateli velmi poděkovat za to, že několik let za náročných podmínek časopis vytvářeli. Snažili se v něm propojit **dva světy** - městskou dopravu v České republice a městskou dopravu v Evropě i na jiných světadílech. Určitě to nebylo snadné. Zvykli jsme si na tento aktuální informační servis, v čistě psaném mateřském jazyce a ve slušivé úpravě; bude nám scházet.

Závěrem upřímně děkuji redakci a vydavateli za poskytnutí prostoru pro tak rozsáhlý a zdoluhavý seriál. Čtenářům, kteří jej nečetli, se omlouvám za „ztrátu“ stránek v časopise, a těm kteří jej četli, děkuji za trpělivost a ochotu přečíst si i kontroverzní názory. Recenzentům děkuji za podnětné připomínky.

Profi časopis o městské hromadné dopravě v českém jazyce již nebude. Život půjde dál, o tramvajích si ti, kteří jimi žijí, budou povídat dál. V kanále pod vozem i na jeho střeše, při cestování vlakem, na výletě do lesa i v hospodě. Ti si přece o tramvajích povídají stále.

Ing. Jiří Pohl

Schémata: autor