

4. DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY A SUBSYSTEMY MHD

Mezi další skupinu prvků, které zejména ovlivňují vznik a zajišťování městské a příměstské dopravy a její změny, patří dopravní subsystémy či dopravní prostředky, jimiž se bude zejména přeprava osob realizovat (GRAJA, 1998). Obecně lze dopravu v městských aglomeracích rozdělit do třech skupin:

1. individuální městská (popř. příměstská) doprava,
2. hromadná městská doprava – jednotlivé subsystémy MHD,
3. hromadná příměstská (vnější) doprava – provozovaná na linkách překračujících významně hranice města, různými dopravními prostředky a využívaná pro MHD v rámci integrovaných dopravních systémů (jedná se o příměstskou dopravu železniční či rychlodrážní, silniční autobusovou, nekonvenční, popř. vodní).

4.1 Individuální městská (popř. příměstská) doprava

Osobní doprava ve svém nejširším smyslu zahrnuje mnoho různých druhů dopravy. Zásadou vyvážené sítě občanské dopravy je integrovat tyto různé druhy dopravy tak, pokud je to možné, aby měl potenciální cestující možnost volby. V tzv. Zelené knize EU je uveden „Kontrolní list sítě občanů - kvality systémů veřejné osobní přepravy“, kde sledované zejména ekologické vlivy jsou posuzovány prostřednictvím faktorů: emise, hluk, infrastruktura. Z hlediska uvedených faktorů (jejich úrovně) a dále z hlediska časové dostupnosti modelového centra města při použití jednotlivých druhů osobní dopravy (např. v souladu se zásadami pro kvalitu přepravy v MHD pro hlavní město Prahu) v určité městské aglomeraci stanovené na 20 minut budou dále uvedené druhy (subsystémy) osobní dopravy posuzovány.

Pod individuální městskou (resp. příměstskou) dopravu je možno zařadit dopravu pěší, cyklistickou, motocyklistickou, dále potom taxislužbu, individuální automobilovou dopravu a nekonvenční dopravu. Nekonvenční dopravě (pro individuální dopravu ve městě např. kabinové či kabinkové systémy) se věnuje jiný předmět studia.

4.1.1 Pěší doprava

Použití veřejné dopravy (tak jako ostatních druhů dopravy) zahrnuje buď na začátku nebo na konci cesty nebo při přestupu mezi jednotlivými druhy dopravy nebo vozidly i chůzí. V rámci rozvoje dalších druhů dopravy by mělo být pamatováno i na to, jak minimalizovat docházkové vzdálenosti a dále vytvořit prostředí pro chůzi přátelskou k pěším cestujícím. Ve všeobecnosti:

- pro krátké cesty (do 1,5 km) se nabízí pěší doprava jako životaschopná alternativa. Tuto vzdálenost totiž průměrně zdatný jedinec (uvažovaná rychlost okolo $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) je schopen absolvovat za cca 18 minut, což je pod hranicí uvedeného standardu kvality,
- špatné řízení dopravy, kongesce a znečištění ovzduší odrazují lidi od chůze v městském prostředí, zatím co v příměstských částech (na venkově) ji činí nedostatek přiměřených chodníků pro pěší chůzi na pozemních komunikacích s velkým provozem nebezpečnou. Svoji roli také hraje obava ze zločinu nebo fyzického napadení.

Například v Zásadách dopravní politiky hlavního města Prahy (UDI, 1996) se o pěší dopravě uvádí:

- zvláštní pozornost věnovat zajištění bezpečného a pohodlného pohybu pěších a dbát, aby dopravní systém byl spolehlivě a snadno použitelný i pro děti a osoby s omezenou pohyblivostí a se sníženými orientačními možnostmi,
- podmínky, které dopravní systém a celkové uspořádání městského partesu poskytují pro pohodlný a atraktivní pěší provoz, jsou jedním z významných prvků ovlivňujících vztah obyvatelstva a návštěvníků k městu i jeho jednotlivým částem. Pro jejich soustavné zlepšování je třeba aplikovat zejména tyto zásady:

- v rozsahu celého města využívat všech dostupných prostředků pro zvyšování bezpečnosti pěších, včetně důsledného postihu řidičů nedodržujících vůči chodcům pravidla silničního provozu,
- řešení pěšího a bezbariérového provozu věnovat zvýšenou pozornost a u všech staveb zakotvit příslušné podmínky ve stavebním povolení,
- zlepšit údržbu pěších tras a zajistit u nich kvalitní a homogenní povrch,
- vyhrazovat vybrané ulice se soustředěnou vybaveností pouze pro chodce a využívat možnost zřizování obytných a pěších zón,
- v centrální oblasti města a lokálních centrech osídlení zlepšovat podmínky pěšího provozu omezováním automobilové dopravy, upravením režimu dopravní obsluhy a zásobování a zajištěním účinného postihu při jeho nedodržování, regenerací podloubí a pasáží (zachování dosavadních a vzniku nových pasáží a podloubí v soukromých domech, pokud jsou pro zajištění pěšího provozu přínosné).

Pokud se týká *infrastruktury pro pěší dopravu*, měla by být budována tak, aby byla bezkolizní a zohledňovala zejména tato hlediska:

- barevné odlišení chodníků a jiných komunikací pro pěší od cyklistických stezek;
- přechody (vyznačené) přes pozemní komunikace pokud možno s ostrůvky uprostřed, aby se chodec mohl soustředit pouze na jeden směr silniční dopravy a nemusel být nucen stát uprostřed pozemní komunikace bez ostrůvku na odpočinek;
- zastávky MHD budovat tak, aby dopravní prostředky dojížděly za cestujícími a ne aby se cestující přesunovali mezi „roztrošenými“ zastávkami MHD;
- vybavování přechodů pro chodce (i chodci ovladatelnými) světelně signalizačními zařízeními;
- zřizování obytných a pěších zón;
- bezbariérovost: vyhýbat se podchodům a nadchodům; člověku je bližší chůze po rovné zemi. Ostatní doprava ve městě (mimo MHD) by měla komunikace pro pěší podjíždět nebo nadjíždět. Když už existují bariéry, tak lehce překonatelné (pohyblivé chodníky, pohyblivé schody, šikmé chodníky, výtahy apod.);
- po stavební i provozní stránce co nejdokonalejší: kvalitní a homogenní povrch, povrch dokonale udržovatelný i v zimních měsících, informační tabule s možnými cíly cesty, zastávkami MHD atd.

Jaké by měly být *docházkové vzdálenosti k jednotlivým zastávkám* (izochrony dostupnosti) za následujících předpokladů:

- průměrná cestovní rychlost zatím nejpomalejšího dopravního prostředku v rámci MHD (autobus, trolejbus) se pohybuje okolo $18 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,
- časová penalta pro každé čekání na spoj (obvykle ve výši poloviny intervalu dopravy - princip neurčitosti) uvažována 3 minuty,
- chce se dosáhnout standardu kvality dosažitelnosti modelového centra města za 20 min.,
- problematika řešena pro vzdálenost od modelového centra města 3,5 km a pro vzdálenost poloviční, tj. 1,75 km.

Ze všeho výše uvedeného vyplývají pro pěší dopravu následující *dílčí uzávěry*:

- pro krátké cesty (včetně uvažované vzdálenosti 1,75 km) směrem k modelovému centru města je z hlediska dodržení standardu kvality dopravy pěší doprava konkurenceschopná všem ostatním dopravám (uvedenou vzdálenost lze při uvažované rychlosti chůze $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ absolvovat za cca 21 min),
- při radiálním vedení linek MHD (okraj města - modelové centrum města) provozovaných klasickými dopravními systémy (autobus, trolejbus) by vzhledem ke vzdálenostem docházení na zastávky (450 metrů) musely být konečné zastávky jednotlivých linek od sebe vzdáleny cca 900 metrů;
- při prodloužení intervalu mezi jednotlivými spoji (zvýší se časová penalta) je možné nastíněný standard kvality dopravy splnit pouze dvěma způsoby (při kombinované přepravě MHD/pěší):
 1. zkrátit docházkové vzdálenosti (zvětšit počet linek) - z provozně ekonomických důvodů neakceptovatelné vést každou linku více zastávkami a tím prodloužit vlastní délku každé linky (zvýší se jízdní doba a tím se nesplní nastíněný standard kvality dopravy),
 2. zvýšit cestovní rychlost (průměrnou) dopravního prostředku MHD - možnosti:

- v největší možné míře využívat maximálně možné rychlosti jízdy ve městě ($50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$),
- statická i dynamická preference dopravních prostředků MHD na všech křižovatkách,
- pro využívání maximální rychlosti jízdy dopravního prostředku MHD zabezpečit zejména u autobusů příhodné parametry (spotřeba PHM, emise, hluk), u trolejbusů nové druhy vrchního vedení (výhybky, křižovatky),
- rozvoj dopravních prostředků MHD realizovat směrem k nízkopodlažním vozidlům.

4.1.2 *Cyklistická doprava*

Zvlášť důležitá jsou opatření, která lépe integrují použití jízdních kol a veřejné dopravy, protože podstatně prodlužují vzdálenost, kterou lze „procestovat“. Jízdní kola nabízí také alternativu k osobnímu automobilu na krátké vzdálenosti (tj. do 8 km), jsou kompaktní a relativně rychlá, s průměrnou rychlostí ve městech $15\text{-}25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (dosáhlo by se významných ekologických efektů, kdyby bylo možno nahradit cesty auty jízdou na kole). Evropská cyklistická federace navrhla plán, jak podpořit jízdu na kole v městských oblastech, který vychází z lepších podmínek vytvářených pro cyklisty jak z hlediska infrastruktury, tak v podílení se na využití silnic. Např. v Nizozemí jsou cyklistická centra na mnoha železničních stanicích. Jsou provozována nizozemskými železnicemi, poskytují chráněné úschovny kol, pronájem, opravy i prodej.

Například v Zásadách dopravní politiky hlavního města Prahy (UDI, 1996) se o cyklistické dopravě uvádí:

- Cyklistika je dle zahraničních zkušeností pro část populace perspektivním druhem dopravy, který neškodí životnímu prostředí a má minimální plošné požadavky. Je proto žádoucí zřizovat ve vhodných místech cyklistické trasy a stezky a dbát na to, aby součástí většiny stanic metra a železniční dopravy byla zařízení pro rychlé a bezpečné uložení jízdních kol. Podpoří se tím vyšší využívání jízdních kol nejen pro turistiku a sport, ale i pro cesty konané za jinými účely.
- Podíl cyklistické dopravy v dělbě přepravní práce je v Praze zanedbatelný. V posledních letech však používání jízdních kol v souladu s celoevropským trendem stoupá a spolu s tím stoupá i zájem o zřizování cyklistických tras, vyhrazených jízdních pruhů atd. Kromě terénního reliéfu a klimatických podmínek je cyklistický provoz v Praze nepříznivě ovlivňován nedostatkem vhodných ukládacích prostor pro kola v místě bydliště, u stanic hromadných doprav i v cílech cest a s tím spojeným vysokým rizikem krádeže jízdních kol nebo jejich zničení. Ke zvýšení bezpečnosti a tím i atraktivitu používání jízdních kol by přispěly i úpravy některých legislativních předpisů.

4.1.3 *Dvoukolová motorová vozidla*

Termín dvoukolová poháněná vozidla zahrnuje motocykly, mopedy, motokola a jízdní kola s pomocným motorkem. Jejich prodej v EU narůstá, a to s trendy být vozidlem pro rekreaci a v narůstající míře pro denní dojíždění do zaměstnání. Prvořadou výhodou je relativně efektivní využití prostoru a paliva. Zpráva skupiny komise pro emise motorových vozidel totiž uvádí, že vyžadují k provedení cesty ve městech o 16 až 46% méně času než osobní automobil se spotřebou paliva o 55 až 81% nižší. Organizace jako Federace evropských motocyklů a Mezinárodní federace motocyklů navrhuje řadu politických opatření k usnadnění integrace této dopravy do městských dopravních (přepravních) řetězců, od „park and ride“, segregace dopravy, svobody používání jízdních pruhů pro autobusy aj.

4.1.4 *Taxi*

V některých členských státech EU je systém taxislužby chápán jako integrální součást systémů veřejné dopravy. Ve všech případech jsou důležitým druhem dopravy pro skupiny nevlastníci osobní automobil nebo bez řidičského průkazu, osoby starší a se sníženou mobilitou a v některých případech poskytují nákladově efektivní prostředek přepravy. Navzdory jejich důležitosti je tu tendence k jejich nižšímu využívání. Možným důvodem je úroveň jízdného (i když taxi s podílením se na jeho využití může být levnější než veřejná doprava), kvalita a dostupnost techniky, protože účelově konstruovaná taxi, jako švédská a španělská

s úplným přístupem a britské černé drožky jsou poměrně vzácné. Podnikají se opatření k lepší integraci taxi do dopravních řetězců. Inovačním pojetím je např. v Nizozemí jízdenka vlak-taxi, která po zaplacení pevné přírážky umožňuje cestujícímu použít pro konečný úsek cesty čekající taxi.

V Zásadách dopravní politiky hlavního města Prahy (UDI, 1996) se k taxi uvádí: ke zvýšení kvality služeb poskytovaných dopravním systémem obyvatelům a návštěvníkům města může významnou měrou přispět plynulý provoz dopravy nájemnými vozy. Při plném respektování komerční báze taxislužby je proto žádoucí preferovat její provoz vůči dopravě individuální, zejména těmito prostředky:

- místními úpravami, umožňujícími vozidlům taxislužby vjezd, průjezd, stání a zastavení i v místech, kde to jiným vozidlům není povoleno, avšak za předpokladu, že tím nebude ohrožena bezpečnost dopravy nebo plynulost provozu městské hromadné dopravy,
- povolením jízdy s cestujícími v přiměřeném rozsahu i v pruzích vyhrazených jinak pouze pro městskou hromadnou dopravu,
- vyhrazováním optimálního počtu stání, zejména v místech s vazbou na prostředky hromadné přepravy osob.

4.1.5 Individuální automobilová doprava (IAD)

Opatření k efektivnějšímu využití automobilů směřují k soustředění se na dopravní toky všeobecně a ke zvýšení využití například „poolem“ vozidel (několik lidí užívajících vozidlo do stejného místa určení) a společným sdělením vozidel. Akce na pomoc individuálnímu automobilizmu, aby se lépe vyrovnala s kongescemi, se soustřeďují na rozvoj dopravních telematických technik v rámci širšího integrovaného okolí silniční dopravy. Opatření k zvýšení podílu využití vozidel zahrnují také soustavy s privilegováním vozidel se třemi (někdy dvěma) nebo více uživateli. Rysem provozu v severní Americe nebo experimentálně v Madridu ve Španělsku je vyhrazení zvláštního jízdního pruhu pro vozidla s vysokým využitím. Tato schémata vyžadují vysokou úroveň sledování a posílení pravidel. V některých členských státech EU se začala rozvíjet schémata s využíváním soukromých automobilů k doplnění veřejné dopravy, zejména pro starší lidi. Jiné iniciativy hledají podporu vozidlového „poolu“, který také napomáhá efektivnějšímu využívání soukromých osobních automobilů.



Obr. 4.1: Levý jízdní pruh vyhrazen pro vozidla obsazená kromě řidiče dalším cestujícím

Současně jsou ale přijímána opatření, zaměřovaná na významné omezení užívání osobních automobilů ve vnitřním městě (modrá zóna): výstavba vysoce kapacitních parkovacích zařízení „Park and Ride“ na okraji města, zóny se sníženou rychlostí jízdy (zóna 30), umělé překážky „znechuťující“ automobilisty k vjezdu do centrální městské zóny (zúžení vozovek, šikany, úpravy povrchu vozovek před křižovatkami - rolety, omezování počtu parkovacích míst atd.), finanční překážky (progresivní poplatky za parkovné, vybírání mýtného), ekologické překážky (vjezd do center pouze pro tzv. zelené vozidlo, pro vozidla vybraná pro určitý den - podle registrační značky vozidla) atd.

V Zásadách dopravní politiky hl. m. Prahy (UDI, 1996) se pro oblast individuální automobilové dopravy navrhuje:

- pro obsluhu centra města vytvářet takové podmínky, aby rozhodující část nároků na přepravu osob mohla být uspokojena hromadnou dopravou. Individuální automobilovou dopravu je v centru města naopak účinně regulovat. V přepravě nákladů lze připustit pouze nezbytnou dopravu zásobovací. Celková koncepce dalšího vývoje dopravní obsluhy města směřuje v této oblasti k vytvoření podmínek pro regulaci automobilové dopravy, zejména usměrňováním těžké nákladní dopravy, ochranou centra města před zbytnou automobilovou dopravou, vytvářením zón a ulic s omezeným přístupem a rychlostí automobilové dopravy;
- centrum města s rozsáhlou památkovou rezervací vyžaduje velmi účinnou ochranu před pronikáním automobilové dopravy. Proto je nezbytně nutné zajistit dobrou dostupnost všech částí prostředky hromadné přepravy osob. Zlepšení dopravy na krátké vzdálenosti uvnitř centra je třeba řešit způsobem adekvátním sledovanému cíli, například zavedením provozu citybusů;
- na provoz automobilové dopravy je nezbytné klást takové podmínky, aby se rozhodující část výkonů postupně soustřeďovala na sítě rychlostních a dopravně významných pozemních komunikací. Přitom je třeba sledovat dosažení těchto základních dlouhodobých cílů:
 - zajištění vazby komunikační sítě na rozvoj jednotlivých funkčních systémů města a zájmového území,
 - odlehčení vymezených částí města od automobilového provozu a vytvoření podmínek pro jeho celkovou regulaci, jejíž uplatnění musí narůstat ve směru k centru města,
 - funkční diference zajišťující oddělení dopravy motorové od nemotorové, hromadné od individuální a dopravy průjezdní od dopravy místní a obslužné, v rozsahu odpovídajícím charakteru území,
 - zajištění vazeb na síť celostátního a mezinárodního významu i na síť regionálního a místního významu,
 - snižování nehodovosti,
 - zajištění podmínek pro snazší provoz vozidel používajících ke svému pohonu média šetrná k životnímu prostředí;
- pro řešení problematiky řízení a regulace dopravy v komunikační síti města je nezbytné zaměřit se na postupné vybudování nového systému řízení městského silničního provozu, způsobilého zajistit zejména:
 - preferenci MHD před dopravou automobilovou,
 - regulaci IAD v přetížených oblastech a na přetížených trasách,
 - zlepšení orientace řidičů v komunikační síti a informování účastníků městského silničního provozu o dopravní situaci, včetně navádění řidičů na volná parkoviště;
- při řešení regulace dopravy, parkování a odstavování osobních a nákladních vozidel je třeba vycházet z těchto zásad:
 - ve všech časových etapách zajistit prostory pro odstavení místních vozidel,
 - parkování osobních automobilů uspokojovat v rozsahu přiměřeném místním podmínkám,
 - v centrální oblasti regulovat parkovací politiku, limitováním nabídky parkovacích míst a výší tarifu za parkování objem automobilové dopravy a s výjimkou redukováných nároků rezidentů (osob trvale bydlících v dané oblasti) a abonentů (podnikatelů, kteří mají v dané oblasti sídlo nebo provozovnu) vyloučit dlouhodobé stání vozidel,
 - nezbytnou obsluhu a zásobování vybraných částí centrální oblasti města zajišťovat pouze ve vymezených časech,
 - uplatněním vhodných nástrojů působit k přemístování skladů a dalších kapacitních zdrojů a cílů nákladní dopravy z vnitřního města,
 - z území vnitřního města, až na výjimky ohraničené městským okruhem, vyloučit těžkou nákladní automobilovou dopravu,
 - odstavování nákladních automobilů orientovat důsledně na pozemky jejich vlastníků a na plochy k tomu účelu určené.

4.2 Hromadná městská doprava a její subsystémy

V rámci EU (i mimo ni se provedlo velmi mnoho kroků na podporu veřejné dopravy a umožnění ji realizovat svůj potenciál. Zlepšení se týkají klíčových oblastí vozidel a parku, integrace systému, poskytování informací, kvality služeb, zvýšení přístupnosti, plánování priorit pro veřejnou dopravu a plánování využití pozemků s integrovaným pojetím. Seznam není vyčerpávající a je tu i mnoho příkladů kvalitních inovačních postupů. Zejména je potřebné se zmínit o tom, že v celé Evropě se uplatňují investice do vozidel a vozidlového parku s novou generací minibusů a středních a velkých autobusů k obsluze zatím nepřístupných nebo nových pěších zón. V sektoru lehkých železnic je určitá renesance u měst zavádějících nebo obnovujících tramvaje ultramoderní konstrukce s vysokým stupněm přístupnosti. Dále je tu inovační pojetí k lepšímu využití současných systémů, jako vodících autobusových jízdních pruhů a také „tramvají“, které mohou používat železniční trať (např. aglomerace měst Karlsruhe a Saarbrücken – viz podkapitola 4.2.4). Vedené autobusy jsou vlastně konvenční autobusy, upravené k jízdě po vymezeném vodícím pruhu. Mohou jezdit jako standardní autobusy po normálních komunikacích. Jejich výhoda proti konvenčním jízdním pruhům pro autobusy spočívá v tom, že požadují jen 2,6 metru pravé strany vozovky místo 3,5 metru u konvenčních autobusů a ostatní účastníky silničního provozu lze fyzicky chránit před vjezdem na autobusový pruh.

V Zásadách dopravní politiky hlavního města Prahy (UDI, 1996) se o veřejné osobní dopravě uvádí:

- dbát na správný a proporcionální vývoj jednotlivých částí dopravního systému a jeho technickou základnu udržovat na úrovni odpovídající stavu technického rozvoje. Při zajišťování přepravních potřeb města a zájmového území preferovat provoz a rozvoj těch druhů dopravy a dopravních subsystémů, které jsou příznivé pro tvorbu a ochranu životního prostředí;
- za základ sítě hromadné dopravy na území města se považuje kolejová síť metra a elektrických drah, do níž je třeba postupně zapojit všechny železniční tratě. Autobusová doprava by měla doplňovat síť kolejové dopravy jako napájecí soustava, zabezpečovat přepravu v tangenciálních směrech tam, kde to není kolejovou sítí reálné, a zajišťovat plošnou obsluhu území;
- zvláštní pozornost je třeba věnovat uspořádání přestupních míst, což se v řadě případů neobejde bez stavebních úprav a zásahů do stávající organizace dopravy. Přitom je nutné usilovat o to, aby celý systém hromadné dopravy byl snadno použitelný i pro osoby se sníženou pohyblivostí a sníženými orientačními schopnostmi;
- další vývoj hromadné dopravy - organizační uspořádání, konfigurace sítě, použité technologie - je žádoucí řídit tak, aby při přijatelných provozních nákladech bylo možné postupně zkrátit celkové přepravní doby, zvýšit pohodlí cestujících a zajistit zlepšení pravidelnosti provozu povrchové dopravy a informačního servisu. Současně je nezbytné vytvářet předpoklady pro zvýšení kvality provozu městské hromadné dopravy i v organizaci a řízení dopravy na komunikační síti města zaváděním efektivní preference městské hromadné dopravy.

Městská hromadná doprava, provozovaná s vozidly s 9 a více místy pro cestující, různého druhu, na území města, je koncipovaná buď jako veřejná (dopravní podniky) či závodová (např. autobusy přepravující zaměstnance, popř. školní spoje). V našich podmínkách se můžeme setkat s jednotlivými dopravními obory v rámci MHD, označovanými jako tzv. subsystémy MHD (SUROVEC, 1998).

Na rozdíl od jiných monografií zaměřených na MHD se zde jednotlivé subsystémy MHD analyzují pouze obecně, protože inovace a vývoj v této oblasti jsou velmi dynamické (nemá tedy smysl detailní charakteristika). Konkrétní příklady vozidel zařazených do těchto subsystémů lze nalézt v mnoha titulech literatury či na internetu.

MHD se tedy podle používaných dopravních prostředků se dělí na tyto subsystémy:

- autobusový (minibusy, midibusy, autobusy, kloubové autobusy, tříčlánkové autobusy - megabusy; z nich některé, zejména „sólo autobusy“ 12 metrů délky, mohou být v provedení dvoupodlažním),
- trolejbusový (sólo, kloubové trolejbusy, tříčlánkové trolejbusy - megabusy),
- tramvajový (od sólo tramvajových vozů až po tramvajové soupravy délky do 40 m),
- rychlodrážní (podzemní úroveň, někdy však i přechází do úrovně pozemní nebo nadzemní - estakády, násypy - kolejové rychlodráhy),

- lodní (říční, jezerní - trajekty),
- lanovkový (pozemní i visuté lanové dráhy),
- nekonvenční (např. jednokolejnicové dráhy, minimetra, dráhy na magnetickém polštáři, pohyblivé chodníky, pohyblivé schody apod.) – tomuto se ale věnuje pozornost v jiné části studia.

4.2.1 Autobusový subsystém MHD

Definice autobusu:

1. vozidlo určené pro přepravu osob a jejich cestovních zavazadel, které má více jak 9 míst pro sedící cestující (neuvažuje se místo řidiče);
2. nezávislé silniční motorové vozidlo s uzavřenou karosérií, určené pro hromadnou osobní dopravu.

Provoz na pozemních komunikacích se řídí pravidly provozu na pozemních komunikacích. Tento subsystém se používá ve všech dopravních sítích MHD jako jediný dopravní prostředek nebo jako integrovaná součást dopravních systémů; z technologického hlediska může tvořit základní, doplňující, napájecí nebo překrývající dopravní síť, podle konstrukčního uspořádání se autobusy dělí na: nízkopodlažní, jednopodlažní, dvoupodlažní a kloubové (vozidla musí být schopna překonat stoupání do 12 procent).

Klady autobusového subsystému MHD

- Volnost pohybu po komunikacích, nezávislost na přívodu energie, operativnost v provozu vozidel i ve vedení tras linek;
- kromě podzemní dráhy nejméně rušivý dopravní prostředek při začlenění do území města;
- nejlépe je zabezpečena návaznost na IAD;
- v případě vzniku provozních poruch je v krátkém čase možno provést změnu ve vedení trasy;
- používá se pokusně i pro průzkum přepravních požadavků;
- možnost zastavení u hrany chodníku a tím zvýšení bezpečnosti cestujících;
- hospodárné uspokojení malých a středně velkých přepravních požadavků intenzity do 4000 cestujících* hod^{-1} ;
- dobré plošné pokrytí obsluhované oblasti;
- při vyšší provozní nerovnoměrnosti vykazuje vyšší hospodárnost provozu;
- možnost rozložení přepravního proudu do různých tras;
- možnost vytvoření relativně husté dopravní sítě s krátkým intervalem;
- možnost vedení tras na velkých sklonových poměrech (dobrá adheze);
- nejmenší investiční náročnost (ne investice do dopravní cesty a energetiky);
- nejlepší využití dopravní plochy.

Zápory autobusového subsystému MHD

- Poměrně malá obsaditelnost vozidel (omezeno celkovou hmotností);
- podléhá všem vlivům ostatního silničního provozu (když není segregován);
- menší přetížitelnost (překročení obsaditelnosti) ve špičkové dopravě;
- výrazné negativní vlivy na životní prostředí (emise, exhalace, hluchost, vibrace, prašnost a nebezpečí úniku pohonných hmot, olejů a provozních kapalin);
- menší životnost a účinnost spalovacího motoru v porovnání s motorem elektrickým;
- celkově menší ekonomická a technická životnost autobusů;
- spotřeba pohonných hmot převážně na bázi surovin dovážených ze zdrojů v zahraničí;
- ztráty vzniklé chodem motoru i v době stání na zastávkách a křižovatkách.

4.2.2 Trolejbusový subsystém MHD

Definice trolejbusu:

1. silniční trolejové vozidlo s trolejovým přívodem a odvodem trakčního proudu,
2. polozávislé vozidlo, omezené polohou trolejového vedení a délkou tyčových sběračů.

Provoz na pozemních komunikacích se řídí pravidly silničního provozu. Tento subsystém se používá ve všech dopravních sítích MHD jako integrovaná součást dopravních systémů (vozidla musí být schopna překonat stoupání do 12 procent).

Klady trolejbusového subsystému MHD

- Hygienický provoz bez škodlivých exhalací v místě dopravní obsluhy;
- podstatně nižší hlučnost v porovnání s ostatními druhy vozidel v rámci MHD;
- dobré trakční vlastnosti vzhledem na vlastnosti elektrického trakčního motoru;
- větší životnost a účinnost elektrického trakčního motoru než spalovacího;
- menší vázanost na dopravní cestu než tramvaje, lze objet menší překážku;
- možnost zastavení u hrany chodníku a tím zvýšení bezpečnosti cestujících;
- menší investiční náklady než tramvaje a rychlodrážní systémy;
- spotřeba elektrické energie, tj. převážně z tuzemských zdrojů;
- jednoduché řízení rozjezdu a brzdění;
- sériový trakční motor reguluje změnu kroutícího momentu a otáček;
- elektromagnetické brzdění šetří mechanické brzdy;
- téměř nulové ztráty běhu naprázdno v době stání na zastávkách a křižovatkách;
- při nižší provozní nerovnoměrnosti a větší intenzitě přepravního proudu může vykazovat větší hospodárnost v porovnání s autobusovou dopravou.

Zápory trolejbusového subsystému MHD

- Menší volnost pohybu po dopravní cestě v porovnání s autobusovou dopravou;
- relativně malá přetížitelnost (překročení obsaditelnosti) z konstrukčních důvodů (použití pneumatik);
- lepší trakční vlastnosti v porovnání s autobusy způsobují větší poškození povrchu vozovky (především v prostoru zastávky);
- dvoupólové trolejové vedení je těžší a trolejové výhybky jsou složitější v porovnání s jednopólovým trolejovým vedením tramvajím;
- trolejbusové trakční vedení vyžaduje pevnější a náročnější závěsné zařízení;
- celkově menší ekonomická a technická životnost oproti tramvajím;
- investiční náklady jsou vyšší než u autobusového subsystému;
- při průjezdu křižovatkami trolejových vedení a při jízdě směrovými oblouky s malým poloměrem musí vozidlo snižovat rychlost jízdy (ovlivňuje částečně dopravní proud na společné komunikaci);
- závislost provozu na dodávkách elektrické energie (nespolehlivost v době výpadků dodávky elektrické energie nebo v době ohrožení a živelných pohrom),
- vyjeté „koleje“ na vozovce.

4.2.3 Tramvajový subsystém MHD

Definice tramvaje - elektrické kolejové vozidlo s trolejovým přívodem trakčního proudu určené pro kolejové tratě (závislé vozidlo, koncepčně a konstrukčně přizpůsobené provozu na veřejných pozemních komunikacích). Provoz na pozemních komunikacích se řídí pravidly silničního provozu; vozidla musí být schopna překonat stoupání do 70 promile.

Klady tramvajového subsystému MHD

- Hygienický provoz bez škodlivých exhalací v místě dopravní obsluhy;
- dobré trakční vlastnosti vzhledem na vlastnosti elektrického trakčního motoru;

- větší životnost a účinnost elektrického trakčního motoru než spalovacího;
- úspora části elektrické energie rekuperací do trakční soustavy při brzdění;
- spotřeba elektrické energie, tj. převážně z tuzemských zdrojů;
- jednoduché řízení rozjezdu a brzdění;
- sériový trakční motor reguluje změnu kroutícího momentu a otáček;
- téměř nulové ztráty běhu naprázdno v době stání na zastávkách a křižovatkách;
- elektromagnetické brzdění šetří mechanické brzdy;
- jednopólové trolejové vedení je lehčí a výhybky jednodušší v porovnání s trolejovým vedením u trolejbusového subsystému;
- větší spolehlivost v zimním období v souvislosti se stavem dopravní cesty a změnou součinitele adheze (použití kovových kol);
- velká možnost přetížení (překročení obsaditelnosti) ve špičkové dopravě;
- velká přepravní kapacita,
- maximální možná preference při segregovaném vedení tramvajové trati.

Zápory tramvajového subsystému MHD

- Velká hlučnost a vibrace v závislosti na způsobu uložení kolejnic;
- omezené stoupání vzhledem k součiniteli adheze kovového kola ke kolejnici;
- vázanost tramvajového subsystému na dopravní cestu a tím malá volnost pohybu (při poruše na dopravní cestě dochází k přerušení provozu a dopravní porucha se přenáší na linku nebo dokonce na celou dopravní síť tramvajového subsystému);
- nutnost zastavení u nástupiště tramvajové dopravy s určitou vzdáleností od hrany chodníku (cestující musí přecházet vozovku silniční komunikace při nebezpečí střetu s vozidly silničního provozu);
- vysoké investiční náklady na zavedení tramvajové dopravy;
- nejvíce rušivý subsystém z hlediska estetiky (kolejová dopravní cesta spolu s trolejovým vedením);
- závislost provozu na dodávkách elektrické energie (nespolehlivost v době výpadků dodávky elektrické energie nebo v době ohrožení a živelných pohrom).

Charakteristické znaky tramvajové dopravy:

- charakteristické znaky městských tramvají: používají se vozidla závislé trakce s možností tvorby vlaků, kolejová tělesa jsou uložena ve vozovce nebo na samostatném tělese, temeno kolejnice je v úrovni vozovky, mimo středu města je kolejová dráha zpravidla na vlastním nebo zvláštním tělese,
- tramvajová doprava z povrchových dopravních systémů dosahuje nejvyšší výkony,
- odchylné znaky tramvajových rychlodrah: směrové a výškové parametry vedení tratí jsou ve vyšších hodnotách, dopravní cesta je částečně nebo úplně segregována, provoz je zabezpečován vhodným signalizačním zařízením pro preferenci, tratě mohou být víceúrovňové, používání velkoprostorových vozidel atd.,
- rozměrové a kapacitní rozdělení tramvají: dvounápravové, čtyřnápravové, kloubové, dvoupodlažní.

4.2.4 Rychlodrážní doprava

Za subsystém MHD s charakterem rychlodrážní dopravy je považována (pří-) městská rychlodráha. Rozvojem MHD především ve velkých městech se vyvinuly různé varianty technického a funkčního uspořádání rychlodrážní dopravy jako:

1. tramvajová rychlodráha (LRT = Light Rail Transit),
2. podzemní dráha (metro, U-Bahn, Subway apod.) nebo (pří-) městská rychlodráha (S-Bahn, Stadtbahn apod.)

Tramvajová rychlodráha (LRT)

Jde o flexibilní subsystém kolejové MHD, který umožňuje napojení na systém nižší (městská tramvaj) a systém vyšší (zejména příměstská regionální železnice). Systém používá převážně segregovanou trať, avšak není vždy nutné mimoúrovňové křížení s jinými dopravními cestami. Vozidla jsou elektrické trakce s vrchním odběrem elektrické energie z troleje, na linkách se provozují 2-3 vozové soupravy nebo samostatná vozidla. LRT má velmi široké kapacitní možnosti a podstatně nižší investiční náklady než metro.

Základní charakteristiky LRT jsou:

- velký rozsah přepravní kapacity od 5 tisíc do 30 tisíc osob za hodinu v jednom směru,
- dostatečně velká cestovní rychlost 25-35 km*h⁻¹,
- příznivý vliv na životní prostředí,
- hospodárny provoz za předpokladu optimálního využívání,
- provoz lehkých tramvajových vozidel,
- dostatečná spolehlivost dopravy,
- bezpečnost dopravy,
- možnost automatického řízení provozu.

V Evropě se používá klasifikace tramvajových rychlodrah do třech skupin:

LRT I – funkce husté dopravní obsluhy, vycházející ze stávající městské tramvaje při zvýšení cestovní rychlosti; zejména v okrajových částech města se mohou objevit kratší segregované úseky, v centru města jsou tratě v úrovni vozovky; v provozu moderní, lehké a nehlukné tramvaje;

LRT II – technické parametry umožňují větší cestovní rychlost, větší vzdálenost mezi zastávkami a délku trati; podíl segregovaných úseků tratí je větší jako u LRT I, funkce husté dopravní obsluhy zůstává; v provozu technicky inovovaná vozidla, vyšší podíl segregovaných tratí;

LRT III – vychází ze spojení tratí městské rychlodráhy a příměstské železnice na nové, plně segregované tratě; funkce rychlé přepravy na větší vzdálenosti (technické parametry umožňují velké technické rychlosti).

Podzemní dráha a (pří-) městská rychlodráha

Jedná se o kolejový subsystém hromadné dopravy, jehož jednou ze základních charakteristik je důsledná segregace od ostatní dopravy ve městě a okolí. Tratě jsou vedeny v různých úrovních – pod zemí (tunely), na povrchu (samostatná oddělená tělesa) nebo nad zemí (estakády, mosty, náspy).

Používají se závislá kolejová vozidla s odběrem elektrické energie z troleje nebo z třetí kolejnice (mají velký specifický výkon; dynamické vlastnosti umožňují velké rychlosti, vysokou hodnotu zrychlení a zpomalení). Nástup a výstup cestujících je z úrovně nástupiště do úrovně podlahy vozidla; vozidla mají velký počet automaticky otevíraných dvojitých dveří umožňující rychlý obrat cestujících ve stanicích. Rychlodrážní vozidla lze sestavovat do souprav až do limitní délky dané délkou nástupišť. Provoz je řízen automatickým nebo poloautomatickým řídicím systémem.

Klady rychlodrážních vozidel jsou umocněním dříve uvedených kladů tramvajového subsystému dále o vysokou přepravní kapacitu, spolehlivost v provozu a úroveň kvality dopravy. Tomu odpovídají na druhé straně mimořádně vysoké investiční náklady, které mají vliv na podmíněné vedení tras v přepravních směrech s dostatečně velkou intenzitou přepravního proudu a velkými vzdálenostmi mezi stanicemi.

Pozn.: Lehká metra je účelné budovat tam (GRAJA, 1998), kde se ještě nevyplácí provozování klasického metra:

a) systém ALRT (Advanced Light Rail Transit) – je provozován na klasické železniční trati o rozchodu 1435 mm, pohon lineárním motorem, výrobcem je kanadská společnost;

b) systém VAL (Véhicule Automatique Léger), používá vozy na pneumatikách (i boční vodící pneumatiky), pohon stejnosměrným motorem, výrobcem je francouzská společnost.

Další informace o rychlodráhách včetně charakteristiky metra v Praze jsou k dispozici v jiné literatuře (např. VONKA, 2004).

Tab. 4.1: Porovnání jednotlivých kolejových systémů MHD

	Městská tramvaj	Tramvajová rychlodráha	Podzemní rychlodráha
přepravní kapacita *	cca 20%	cca 50%	100%
maximální rychlost	60 až 70 km*h ⁻¹	70 až 80 km*h ⁻¹	80 až 100 km*h ⁻¹
uspořádání jízdní dráhy	v úrovni ulice s ostatní dopravou	převážně vlastní těleso	jen vlastní těleso, oddělení od okolí
vzdálenost stanic	do 500 m	400 až 1000 m	600 až 2000 m
řízení vlaku	řadičem a SSZ	+ přednost v jízdě	autom. regulace rychlosti
uspořádání nástupišť	úroveň ulice nebo nízké nástupiště	nízké nebo vysoké nástupiště	vysoké nástupiště
zrychlení (m*s ⁻²)	do 3,0	do 3,0	cca 1,5
minimální poloměr oblouku (m)	16 až 20	20 až 25	60 až 100
maxim. hmotnost na nápravu (t)	8 až 9	9 až 11	11 až 14

* - porovnává se kapacita městské tramvaje a tramvajové rychlodráhy s kapacitou podzemní rychlodráhy

Technologická integrace tramvaje se železnicí

Jedná se o zcela specifický příklad řešení provozu ze zahraničí, konkrétně z městských aglomerací měst Karlsruhe (od 1992) a Saarbrücken (od 1997). V provozu jsou zde dvousystémová vozidla, kde je zajištěno napojení tramvajových tratí na tratě železniční (vozidlo je schopno provozu a napájení jak v rámci tramvajové sítě města tak i klasické železniční trati). Vozidlo musí být vybaveno návěstmi jako vlak, musí být schopno komunikovat se zabezpečovacím zařízením na železnici a samozřejmě je nezbytnou podmínkou stejný rozchod kolejí na železniční a tramvajové síti. Dále je zde problém u obrysu vozidla, konkrétně u otázky vztahu vozidla a hrany nástupiště (vozidla nízkopodlažní versus s vysokou podlahou).



Obr. 4.2 a 4.3: Snímky z Karlsruhe – vozidla jsou v provozu jak po běžných ulicích města jako městské tramvaje, tak mohou využívat i železniční síť (www.verkehrspannung.de)

Vozidla se v příměstské oblasti pohybují po železničních tratích a využívají stávající železniční zastávky a stanice. Na okraji města přejíždí na tramvajovou síť a do centra města pokračují po této síti, využívají tramvajové zastávky, které jsou zejména v centru města četnější než třeba u příměstských rychlodrah. Výhoda tohoto systému v porovnání s příměstskými rychlodráhami spočívá v tom, že se cestující bez přestupu z příměstské oblasti dostane přímo do centra a co nejbližší cíli cesty.

V našich podmínkách se nabízí aplikace tohoto systému například v jižní části Prahy, u souměstí Liberec – Jablonec nad Nisou, v Brně, v Plzni, v Olomouci a především v Ostravské aglomeraci.

4.3 Technologické znaky vozidel hromadné osobní dopravy

Komplexní rozvoj hromadné osobní dopravy předpokládá optimální rozvoj její technické základny v celém rozsahu. Bez odpovídajícího servisního zajištění není možno zajistit řádný provozuschopný stav vozidel, bez správně dimenzované energetické trakční soustavy není možné vypravit do provozu potřebný počet vozidel závislé trakce. Je třeba, aby technická základna byla dostatečně dimenzovaná a aby vyhovovala současným a též výhledovým potřebám přepravy osob. Dostatečný počet provozuschopných vozidel, technicky způsobilá dopravní cesta a technicky způsobilé dopravní zařízení jsou nezbytným předpokladem zajišťování přepravních potřeb. To umožňuje uspořádat dopravní systém hromadné osobní dopravy tak, aby byl optimální z hlediska přepravní kapacity, ekonomiky a ochrany životního prostředí.

V literatuře (SUROVEC, 1998) je možno se setkat především se třemi nejvýznamnějšími technologickými znaky:

- maximální obsaditelnost,
- normální (normovaná) obsaditelnost,
- poměr počtu míst k sezení k počtu míst ke stání.

Maximální obsaditelnost (MO)

Zjistí se z užitné hmotnosti s využitím průměrné hmotnosti jednoho cestujícího (v MHD 70 kg, v příměstské dopravě 75 kg, v dálkové dopravě 80 kg). Rozdíl u jednotlivých druhů doprav je dán zohledněním struktury cestujících a hmotností zavazadel a věcí, které má cestující během konkrétní přepravy s sebou. MO je omezená celkovou hmotností vozidla a vychází z těchto údajů: 0,315 m² užitné plochy na jedno místo k sezení a 0,125 m² užitné plochy na jedno místo ke stání (tj. 8 osob na m²).

Normální (normovaná) obsaditelnost (NO)

Používá se při plánování, návrhu a technologických výpočtech. Předpokládá se, že při nerovnoměrnosti přepravní poptávky je možno využít rezervu (NO – MO). NO je vymezena požadavky na kvalitu přepravy a vychází z těchto údajů: 0,315 m² užitné plochy na jedno místo k sezení a 0,2-0,25 m² užitné plochy na jedno místo ke stání (tj. 4-5 osob na m²). Během přepravní špičky dochází často k přeplňování vozidel. Dopravce je povinen učinit takové opatření, aby nedocházelo k překračování maximální obsaditelnosti, která je limitní hodnotou obsazenosti vozidla a celkové hmotnosti vozidla.

Poměr počtu míst k sezení k počtu míst ke stání

Závisí na konstrukci vozidla podle účelu jeho použití. V MHD se cestující přepravují na krátkou přepravní vzdálenost a poměr počtu míst k sezení k počtu míst ke stání je v rozmezí 1:2 až 1:4; v příměstské dopravě je tento poměr větší jak 1:2. Při hodnocení vozidel z konstrukčního hlediska v souvislosti s obsazeností lze použít součinitel využití užitečné plochy. Součinitel využití užitečné plochy (v MHD dosahuje 0,580-0,755) se zjistí jako podíl plochy pro cestující k ploše vymezené půdorysem vozidla.