


KOLEJOVÁ DOPRAVA VE MĚSTECH

Citation:

Mervart, M. (2023). Kolejová doprava ve městech [online]. Praha: VŠE. ISBN 978-80-245-2502-0. Available from:
<https://oeconomica.vse.cz/publikace/kolejova-doprava-ve-mestech/>

Ing. Michal Mervart, Ph.D.

2023



Autor všech obrázků: Ing. Michal Mervart, Ph.D.

© Vysoká škola ekonomická v Praze, Nakladatelství Oeconomica – Praha 2023

ISBN 978-80-245-2502-0

Obsah

Úvod	4
1. Tramvaje.....	4
1.1 Historický vývoj.....	4
1.2 Legislativní ukotvení	9
1.3 Definice pojmu a technické parametry infrastruktury	10
1.4 Typy tramvajových sítí	25
1.4.1 Typ tramvajové tratě.....	26
1.4.2 Podoba zastávek	32
1.4.3 Další metody preference	36
1.4.4 Typy tramvajových sítí.....	42
1.5 Typy linkového vedení	47
1.6 Označování linek	49
1.7 Ekonomický pohled na tramvajovou dopravu	52
1.8. Organizace provozu	53
1.9 Tramvajová doprava ve světě	54
1.9.1 Tramvaje v České republice	55
1.9.2 Evropa a svět	70
2. Metro	81
2.1 Historie.....	81
2.2 Definice pojmu a technické parametry infrastruktury	84
2.3 Provozní koncepty a parametry.....	87
2.4 Metro ve světě.....	88
2.5 Pražské metro	90
Seznam obrázků	91
Seznam použité literatury a zdrojů	93

Úvod

Obecně kolejová doprava zahrnuje čtyři klasické dopravní prostředky, a to železnici, tramvaje, metro a kolejové lanovky, vedle toho pak existují některé obtížněji zařaditelné formy, existují také hybridní dopravní prostředky. Všechny jsou využitelné pro osobní dopravu, teoreticky také pro nákladní, ta je ale v praxi spojena téměř výhradně se železnicí. Existují sice také nákladní lanovky, ale ty nespádají do kategorie kolejových (pozemních), v tomto případě se jedná o lanovky visuté. Metro a tramvaje jsou pro nákladní dopravu využívány velmi okrajově (v minulosti více, především tramvaje). Existují sice plány, případně projekty na takovou aplikaci i v současnosti, jejich masivní rozšíření v současné době není ale příliš pravděpodobné, a to kvůli provozním specifikům metra a tramvajů – trasování, absence vhodných terminálů pro nákladní dopravu, ale především hustota provozu, která nedává pro nákladní dopravu velký prostor. Proto bude z logických důvodů v této publikaci řešena pouze tato část kolejové dopravy, která je navíc primárně spojena s využitím v rámci měst. Přestože neplatí to, že by se metro a tramvaje vždy pohybovaly pouze v hranicích měst (jde spíše o legislativní aspekt), obecně to činí poměrně zásadní rozdíl mezi těmito dvěma dopravními prostředky na jedné straně a železnicí na straně druhé. Prostor zde tak bude věnován pouze segmentu osobní dopravy u těchto dopravních prostředků včetně hybridních forem. Popsána bude především infrastruktura obecně a konkrétně se specifikací různých typů, budou řešeny také provozní a další parametry, částečně ve vazbě na legislativní otázky. Pro pochopení kontinuity a některých aspektů bude věnována pozornost také historickému vývoji.

1. Tramvaje

1.1 Historický vývoj

Tramvaj jako dopravní prostředek v současném pojetí se objevila coby druh kolejové dopravy pro dopravu ve městech v průběhu 19. století. V té době docházelo k růstu měst a tím způsobenému nárůstu přepravních potřeb obyvatel, kdy ve městech vznikaly oddělené okrsky s převažující funkcí buď obytnou, nebo pracovní, přičemž kvůli růstu měst se prodlužovaly přepravní vzdálenosti tak, že nebylo možné nadále řešit dopravu pouze pěšími přesuny, případně jinými tehdy dostupnými individuálními nebo hromadnými formami – koňe, drožky apod. Silniční doprava se do moderní podoby rozvíjela až na přelomu 19. a 20. století, naproti tomu od počátku 19. století vzniká nová forma s využitím principu kolo – kolejnice – železniční doprava. Ta se vedle meziměstského provozu zdála být vhodnou rovněž pro města, takže roku 1832 vznikla první tramvajová linka v New Yorku. Analogicky soudobé železniční dopravě využívala koňský pohon, který byl těžkopádný, málo výkonný a provoz byl pomalý. Přesto se koňská tramvaj rozvíjela v mnoha městech, a to zejména ve dvou směrech; jeden představoval klasické pokrytí města novou formou veřejné hromadné dopravy, druhý pak obsahoval zpravidla izolované tratě spojující centra měst s železničními stanicemi ležícími mimo ně. Na území dnešní České republiky se první koňská tramvaj objevila roku 1869, a to v Brně. České provozy v této kategorii spadaly převážně do skupiny první, po Brně to byla roku 1875 Praha, krátce fungoval tento dopravní prostředek v Bohumíně, který naopak spadl do skupiny druhé. V přepočtu na celkovou délku tratí ale tvořila bohumínská trať menšinu,

navíc byla záhy vybavena parním provozem. Ten zde byl zaveden již roku 1903 (Boháček, Grisa a Chrobák, 2004), v Praze dojezdila koňská tramvaj roku 1905 přes Karlův most, v Brně již roku 1880 (Závodná, 2016). Jak v Praze, tak v Brně šlo vždy o klíčovou relaci města, v Praze dnes obsluhovanou metrem, v Brně částí dnešní nejvýznamnější linky č.1. Obecně ale koňský pohon měl své limity, jednak s ohledem na celkově rostoucí hustotu provozu, což ve vazbě na živou sílu vytvářelo četné nebezpečné situace, jednak nebylo možné zahušťovat provoz samotné koňské tramvaje – nedostatek koní, nízká rychlost, velký objem odpadu apod. Proto byly hledány možnosti jiného efektivnějšího pohonu, a to jak ve městech, tak u klasické železniční dopravy.

U železnice se touto variantou stala pára, a to na desítky let, v městském provozu ale parní tramvaje nedoznaly tak velkého rozšíření. První se objevily roku 1853 v USA, v českých zemích pak roku 1884 v Brně, provozování parních lokomotiv po ulicích měst se ovšem potýkalo s řadou překážek. Proto na našem území mnoho provozů parní tramvaje nevzniklo, brněnská zanikla roku 1900, na parní pohon přešla zmíněná tramvaj v Bohumíně (1903–1918), krátká byla i epizoda parních tramvajů v Ostravě (1894–1901). Po této epizodě nastoupil perspektivní pohon elektrický, první elektrickou tramvaj v roce 1881 v Berlíně provozoval Werner von Siemens, na českém území pak v roce 1891 sestrojil první elektrickou tramvaj František Křížík, navazovala na pražskou letenskou lanovku a vedla v délce 1 km (později prodloužena) do Stromovky (Fojtík, 2003). Tato trať ale zanikla a nezbyly po ní žádné stopy, dnes je v její trase vedena symbolická turistická naučná stezka. Elektrická tramvaj se stala nejrozšířenějším dopravním prostředkem své doby, ačkoliv souběžně s ní se využívaly i starší typy pohonů, především v méně rozvinutých zemích, mimoto vznikly také spíše experimentální pohony, které poměrně záhy zanikly. Od konce 19. století se používaly i motorové tramvaje, typické zejména pro dále popisované tratě typu interurbans.

Co se týká typů provozů, dále se rozvíjely jak klasické městské provozy, které dosahovaly postupně délky i stovek kilometrů, tak krátké provozy, určené především pro spojení center měst s odlehlými nádražími (na našem území Jihlava, Mariánské Lázně), které se částečně prolínaly (bohumínská trať propojená do velké sítě). Od konce 19. století se nicméně objevoval nový fenomén, a to specifické trasování tramvajových tratí – anglicky interurbans, česky nazývané někdy meziměstské tratě, tento název ale zcela nevystihuje obsah. Klasická trať typu interurbans spojuje jádrové město aglomerace s menšími sídly v oblasti, případně více menších sídel, ve městech je vedena po ulici v běžném provozu, mezi sídly je pak v zásadě vedena v souběhu se silniční komunikací podél jejího okraje, v původní verzi je jednokolejná. Interurbans byly provozovány s parním či motorovým pohonem, později byly i elektrizovány, dnes přeživší úseky jsou převážně elektrizovány. Český výraz meziměstské tratě obsahuje především podmínku překračování katastrálních hranic často spojenou s jiným tarifem, ne každá taková trať patří současně do kategorie interurbans. Velkého rozvoje zaznamenaly interurbans především v USA a v Kanadě, kde vznikla řada rozsáhlých sítí o velikosti stovek km, které obsluhovaly poměrně rozsáhlé aglomerace, např. v oblasti Toronta v roce 1927 byla síť o délce 585 km (Kroupa, 2021), městský dopravce v San Franciscu disponoval již počátkem 20. století délkou sítě 360 km (Kameníček, 2015a), největší síť interurbans se v meziválečném období nacházela v aglomeraci Los Angeles, kde místní dopravce provozoval přibližně 1600 km tratí (Kameníček, 2014). Rozsáhlé sítě byly

budovány také v Evropě, především západní; nejrozsáhlejší byla síť SNCV¹ zahrnující trať v celé Belgii s různým používaným pohonem a různým trasováním, prvního vrcholu 4095 km bylo dosaženo na počátku 1. světové války, po ní nastal pokles a posléze největší délka činila asi 4 800 km v 30. letech, z toho jen kolem 30 % bylo elektrizováno (Lutrýn, 2000). V Německu existovala síť Vestische Straßenbahnen o délce asi 255 km (Kochems a Beitelsmann, 2007). Na českém území několik tratí tohoto typu vzniklo rovněž, nejznámější a do dnešních dob přeživší trať Svinov – Kyjovice-Budišovice, zprovozněná v roce 1925 v podobě klasické železnice, po druhé světové válce převzaté Dopravním podnikem v Ostravě a provozovaná nadále jako tramvaj, nebo trať Liberec – Jablonec, uvedená do provozu až roku 1955, tedy v době, kdy většina tratí interurbans již zanikla nebo se blížila ke svému zániku.

Od počátku 20. století nastupuje nový konkurent pro tramvajovou dopravu, a to autobusová doprava. Tramvaje se nadále rozvíjejí a sítě se rozšiřují, a to všechny výše zmíněné typy sítí, v meziválečném období ale začínají první úseky zanikat, zejména interurbans se slabým provozem a zanedbanou infrastrukturou, častým argumentem pro zrušení byla také potřeba rozšiřovat souběžné komunikace pro sílicí silniční dopravu. Silnice mohly být využívány jak veřejnou, tak individuální dopravou, na jejich údržbě se ale provozovatelé dopravy nepodíleli, což bylo také zanedbatelnou konkurenční výhodou oproti tramvajím. Některé tratě interurbans s rozvíjející zástavbou měnily svůj charakter na klasické městské tratě. Městské provozy v té době nadále zaznamenávaly rozvoj, vznikaly i nové, přestože drtivá většina vznikla již na přelomu století. Nové provozy vznikaly v této době zejména na území tehdejšího Sovětského svazu v nových či překotně se rozvíjejících městech – Prokopjevsk, Ufa apod.

Období kolem druhé světové války je v řadě zemí ve znamení likvidace tramvajových tratí či celých provozů kvůli zastaralosti a vysokým nákladům ve prospěch trolejbusů – tento dopravní prostředek se tak stal konkurentem tramvajů, především díky tomu, že nevyžadoval vlastní infrastrukturu, ale sdílel ji s rozvíjející se silniční dopravou. Tento vývoj trval ještě v desetiletích po válce, silně patrný byl např. ve Švýcarsku, kde byla celá řada především menších provozů nahrazena, ovšem řada zanikla zcela, např. v St. Moritz (Schwandl, 2014), ale také v tehdejší Československu, a to jak u provozů rozsáhlejších městských (Opava do roku 1956, trolejbusy postupně již od roku 1952), tak u spojovacích (Jihlava do roku 1948, nahrazeno téhož roku, Mariánské Lázně do roku 1952, nahrazeno rovněž vzápětí). V řadě zemí ale již v tomto období docházelo k likvidaci tramvajové dopravy všech typů bez náhrady trolejbusem, ale autobusy. Specifikem byla města, kde byly tramvaje nahrazeny metrem (Paříž, kde zanikla síť městská a interurbans o délce více než 1100 km do roku 1938, s výjimkou jedné předměstské tratě přeživší až do roku 1957); i v těchto případech šlo ale o likvidaci především ve prospěch autobusů, protože metro nedokázalo pokrýt celou rušenou síť.

Po válce trend rušení pokračoval, především s ohledem na rozvoj individuální dopravy, takže tramvaje již nedokázaly pokrýt své provozní náklady při klesajícím počtu cestujících, zatímco autobusy mají provozní náklady přece jen nižší. Tramvajová infrastruktura i vozidla byla také často poddržována a potřebné investice by byly příliš

¹ SNCV - Národní společnost místních drah; železniční společnost nese zkratku SNCB

vysoké a při nízkém počtu cestujících nevrátne, také cena paliv byla nízká, takže podporovala spíše silniční dopravu. Rovněž prostor kolejíště byl využit pro rozšiřování silničních komunikací. Tento trend se projevil naplno zejména v západním světě, kde zanikly vedle výše uvedeného provozu v Paříži i další velké provozy, např. Londýn, kde lze identifikovat obě výše zmíněné etapy, po roce 1935 docházelo k náhradě trolejbusy, po válce pak již autobusy, aby roku 1952 síť o maximálním rozsahu více než 500 km zanikla zcela. Zanikaly i menší provozy, jak městské, tak spojovací, také tratě typu interurbans včetně celých sítí – síť SNCV až na několik úseků (dnešní Kusttram a některé úseky v oblasti Charleroi) byla zrušena do roku 1978 (Kochems a Beitelmann, 2007). Do dnešní doby se tam zachoval v původní podobě pouze pobřežní úsek Kusttram a část sítě v okolí Charleroi, větší část charleroiske sítě byla přestavěna na rychlodrážní tramvaj (Harák, 2000). V Kanadě zbyl po vlně rušení jediný klasický provoz v Torontu (byť také výrazně zmenšený), v USA několik městských provozů a několik tratí interurbans (např. Chicago – South Bend), také v evropských zemích došlo často k téměř dokonalé likvidaci tramvajových provozů; ve Francii celkově z více než 100 provozů zbyla tři torza, a to v Saint-Étienne, Marseille a interurbans v Lille (Jiřík, 2014).

Ve východním světě byly trendy v tramvajové dopravě obousměrné, již bylo naznačeno, že řada provozů zanikla (krátké, úzkorozchodné nebo specifické jinými neobvyklými vlastnostmi, které znemožňovaly jednoduchou a relativně levnou obnovu), naopak docházelo v jiných místech k rozvoji rozšiřováním do nových oblastí – sídlišť či průmyslových oblastí, výjimečně i ke vzniku nových provozů (opět zejména státy bývalého SSSR).

V období 70.–80. let se nicméně obecný trend začal měnit, jednak bylo zjevné, že silniční doprava nedokáže zcela uspokojit veškeré přepravní potřeby kvůli nedostatečné infrastruktuře (především individuální doprava) a v řadě měst již nastal odpor proti jejich absolutní přeměně ve prospěch automobilů, jednak přišly ropné šoky, které daly také impuls k částečnému obratu. V zemích, kde došlo k silné likvidaci tramvajové dopravy, vznikaly nové projekty – v této době zejména ve Francii, samotná realizace se rozběhla v 80. letech, kdy prvním „novým“ provozem se stalo Nantes, nové provozy ale jsou stavěny už na jiných principech, než měly provozy původní. Vedle toho nicméně docházelo i k aplikaci dalších nápadů, např. pokus o spojení výhod tramvaje a autobusu vedl k vytvoření hybridního vozidla, **tramvaje na pneumatikách**. První takový provoz vznikl posléze ve Francii, nicméně nezaznamenal výraznějšího rozšíření. Vedle toho přetrvávaly také některé původní trendy ve smyslu přizpůsobování měst autům, což při současném zachování alespoň části tramvajové sítě vedlo k potřebě některé tratě přeložit pod zem. Vzhledem k tomu, že se jednalo pouze o dílčí tunelové úseky v celé síti, nešlo o výstavbu metra, ačkoliv v některých městech se s tím do budoucna počítalo nebo se taková konverze později uskutečnila. Klasickým příkladem je Vídeň, kde došlo k výstavbě dvou tunelových úseků, jeden z nich je dodnes v provozu poblíž současného hlavního nádraží v původní podobě podpovrchové tramvaje, druhý byl v roce 1980 přestavěn na klasickou linku metra. Původní motivace uvolnit prostor pro IAD a současně zrychlit tramvaje jejich oddělením se zcela nenaplnila, protože šlo o poměrně krátké úseky s návazností do běžného pouličního provozu, přesto je tento trend udržován až do současnosti a nadále v centrech měst vznikají tunelové úseky

(Graz 2012, Linz 2004 atd.²). Také v Praze původně existoval projekt na převedení části tramvajové sítě do tunelů, ale již v průběhu výstavby byl konvertován na klasické metro – pozůstatkem je zastávka Hlavní nádraží, která odpovídá původnímu projektu. Specifická je Belgie, kde v řadě měst vznikly tunely pro tramvaje s budoucím předpokladem přestavby na metro, tento systém se nazývá **premetro**. V Bruselu posléze některé úseky konvertovány byly, v Antverpách ne. Současně v této době vznikají další koncepty, jako je expresní tramvaj, které ovšem představují pouze dílčí úpravy klasického konceptu a rozměňují původní sevřený pojem tramvaj, postupně dochází obecně ke stírání rozdílu mezi kolejovými dopravními prostředky, v Německu je postupně název U-Bahn (metro), vycházející z pojmu Untergrundbahn (podzemní dráha) rozšířen i na některé tramvajové trasy a linky, U-Bahn se pak rozepisuje jako Unabhängigbahn (nezávislá dráha), pokud taková trať splňuje parametry nezávislosti na ostatní dopravě, jak bude rozepsáno dále v kapitole o infrastruktuře.

Ve východním světě dochází místy nadále k výstavbě nových provozů, především jednoúčelově zaměřených např. na obsluhu průmyslových závodů a oblastí, např. Ust'-Ilimsk v Rusku z roku 1988 nebo některé provozy v Rumunsku – Cluj 1987 či již zrušené provozy v Braşově nebo Constanţe. Ty ovšem trpěly svým jednoúčelovým zaměřením a pro město samé neměly význam, proto některé z nich již zanikly. Vedle toho byly současné provozy také rozšiřovány, u nás zejména v Brně či Ostravě.

Po roce 1989 nastolený trend v západním světě pokračuje, stávající koncepty jako podpovrchové a expresní tramvaje jsou dále rozpracovány, objevují se ale i další, například tramvaje vedené v části trasy na bateriový pohon (opět Francie), některé trendy se již příliš nerozvíjejí – tramvaje na pneumatikách, kdy několik provozů z existujících již bylo přestavěno a výstavba nových se už neplánuje. Rozvoj v tomto období pokračoval ve Francii, která dnes disponuje 28 provozy (na začátku 80. let byly tři), masivně se rozvíjí také ve Španělsku, kde vzniklo 15 nových provozů, jistý návrat k tramvajím nastal také v USA, kde vzniklo několik nových provozů, nové americké provozy jsou ale specifické tím, že často obsluhují pouze centrum města, mnohdy i za nulový tarif, takže jejich reálný dopravní význam pro město je malý. Východní svět zaznamenal analogicky Západu po roce 1989 propad, kdy byly některé tratě zrušeny, někdy i celé provozy, především ty, které sestávaly z jedné tratě a po propadu počtu cestujících např. v důsledku zániku továrny navázané na trať postrádaly smysl, v některých státech bývalého Sovětského svazu ale došlo k likvidaci celých rozsáhlých provozů kvůli jejich špatnému technickému stavu nebo i z jiných subjektivních důvodů. To se týká např. ruských měst Ivanovo nebo Voroněž s poměrně velkými sítěmi či zmíněného Ust'-Ilimsku, kde došlo ke zrušení jediné tratě v roce 2022. Mimoto byly rušeny i jednotlivé tratě v rozsáhlejších provozech (v Rusku v Petrohradu, Rostově na Donu, Tule, v Polsku v oblasti Katowic, Lodže apod.) Česká republika tímto trendem postižena nebyla, poslední rušené tramvajové tratě pocházejí z 80. let. V současnosti naopak v některých zemích (členech EU) dochází naopak k opětovnému rozšiřování nebo obnovování provozu, často s pomocí fondů EU – to se týká téměř všech polských měst, v rumunském městě Reşiţa dochází k obnově dříve zrušeného provozu. Nové provozy vznikají také v Číně, naopak stagnace je v Japonsku. Současně ale především v důsledku koronavirové pandemie nebyly

² názvy zahraničních měst jsou uváděny v české podobě tehdy, pokud je česká verze prakticky jediná používaná (Viedeň, Paříž), jinak se uvádí místní název, a to i tehdy, kdy překlad existuje (Graz – Štýrský Hradec, Szeged – Segedín); u měst, kde se používá místní verze, ale je možné ji zapsat v českém přepisu, je používán český přepis (Ču-chai, nikoliv anglický přepis Zhuhai)

v některých městech naplněny původní předpoklady, takže byly zrušeny i některé nové provozy, po necelých čtyřech letech zanikl krátký provoz v čínském Ču-chai a také linka tramvaje na pneumatikách v předměstí Šanghaje (Hinčica, 2023a). Z politických důvodů nebyl nikdy zprovozněn již roku 2011 postavený provoz ve španělském Jaénu, v jiném španělském městě Veléz-Malága byl provoz také na neurčitou dobu přerušen a vozidla dokonce předána jinam. V dalších městech, např. Aubagne ve Francii byly původní plány na rozvoj silně redukovány, takže z plánované sítě zůstalo pouze torzo, některá města pak projekt zrušila úplně a nahradila ho linkou typu BRT³, např. Toulon či Amiens (Jiřík, 2015a).

V současnosti lze přes předchozí věty říci, že tramvajová doprava překonala období největší krize a ustupování individuální dopravě a nachází se ve fázi mírného rozšiřování, přestože existují stále města, kde jsou tratě rušeny, v případě menších sítí může dojít i k rušení celých provozů. Zejména podle formálních označení existuje dnes celá řada podtypů, např. již zmíněné expresní tramvaje, z německého prostředí pocházející pojem Stadtbahn, experimentuje se s pohonem a hybridními vozidly, stírají se nadále rozdíly mezi dopravními prostředky, nicméně stále lze poměrně jednoznačně definovat základní pojem tramvaj a klíčové vlastnosti její infrastruktury.

1.2 Legislativní ukotvení

V současné době je, jak bylo uvedeno v úvodu, tramvaj definována jako jeden z dopravních prostředků oboru drážní doprava a podléhá tedy drážnímu zákonu. V době svého vzniku byla ovšem pozice tramvajové dopravy nejasná, podobně jako samotné označování tohoto dopravního prostředku, dlouho se v Praze používal oficiální název elektrické dráhy, slangově elektrika, přestože řada železničních tratí je také elektrifikována, podobně v maďarštině je tramvaj označována výhradně slovem villamos, doslovně „elektrika“, naopak v němčině je používán výraz Straßenbahn, tedy pouliční dráha. V angličtině je používán pro klasickou tramvaj výraz streetcar, nové provozy ale používají modernější označení light rail, na rozdíl od metra, označovaného výrazem heavy rail. Tyto rozpory pocházejí z dob vzniku tramvajové dopravy a jejího definování. Obecně výraz tramvaj může pocházet z německého Thram, označujícího paralelně vedené kolejnice používané již v 15. a 16. století v německých dolech, z toho byl odvozen název Thrambahn/Thramweg označující příslušnou dráhu, po rozšíření tohoto typu dopravy do Velké Británie byl převzat název v poangličtěné podobě tramway (Závodná, 2016), z čehož byl do češtiny převzat dnes nejrozšířenější název tramvaj.

Na našem území byla v 19. století věnována pozornost především železniční dopravě, na počátku s koňským pohonem, až v 60. letech 19. století započaly snahy o legislativní ukotvení tohoto nového dopravního prostředku. Provozy koňské tramvaje byly formalizovány prostřednictvím koncesí, provozovateli byly akciové společnosti (Závodná, 2016). Protože tratí koňských železnic nevzniklo mnoho, naopak relativně brzo byl pohon nahrazován parou, nebyly legislativní rozpory značné, problém se vyhrotil v situaci převádění tramvajových provozů na parní a posléze elektrický pohon. Souvisejícím problémem bylo využívání různých typů silničních komunikací – zatímco u železnice bylo využíváno samostatné těleso, u tramvajů v městské dopravě bylo nutné využívat stávající komunikace, a to v různém vlastnictví. Do té doby byly tramvaje v zásadě podřízeny železničním normám, úvahy ale

³ BRT – autobusový, příp. trolejbusový koridor s vysokou mírou preference a krátkým linkovým intervalem, takže v rámci hodinové kapacity dosahuje úrovně tramvaje, ale za nižších investičních nákladů; ve Francii nazýván BHNS – Bus à Haut Niveau de Service – autobus s vysokou úrovní obsluhy)

směřovaly k možnosti jejich oddělení. S tím souviselo i stanovení kritérií pro zařazení dané tratě/provozu do kategorie MHD a ne mezi místní dráhy, neboť v té době už existovala hierarchie železničních tratí více řádů.

Některé návrhy předpokládaly členění podle technického charakteru a vnějších viditelných znaků, v roce 1886 byl předložen zákon, z nichž jeden se zabýval místními železničními drahami, druhý tramvajemi (Strassenbahnen), což podle předpokladu měly být koňské dráhy provozované po silnicích a v rámci obce, maximálně blízkého okolí. Koncesi mělo udělovat ministerstvo v případě interurbans, v případě vyloženě městských drah místodržitelství. Rozhodnutí o charakteru mělo na starosti ministerstvo obchodu, pokud dráhu nevyhlásilo za silniční (Strassenbahn), spadala mezi klasické železniční tratě místního charakteru. Rozdělení mělo záviset také na vlastnosti používané dodnes, a to vedení trasy – pokud dráha měla vlastní těleso, spadala by mezi místní dráhy, dráhy vedené po silnicích mezi tramvaje. Návrh však nebyl přijat, takže i v dalších letech byly všechny dráhy podřízeny železniční legislativě, parní tramvaje svou kategorií nezískaly vůbec. Proto řada provozovatelů stavěla dráhy obou typů a vedlo to k nejednoznačnému rozlišení, např. na Ostravsku vznikla nepřehledná síť těžko definovatelných dopravních prostředků na pomezí vlaku a tramvaje, dle dnešní terminologie by mohly být snadno označeny za vlakotramvaje, mimoto tam docházelo paralelně k výstavbě sítí dvou rozchodů, normálního a úzkého. Podobná situace panovala ale i v jiných zemích než tehdejší Rakousko-Uhersku. V Německu byly většinou všechny provozované řazeny do stejné kategorie, jen v Prusku byly tramvaje řazeny mezi malodráhy, obdobu místních drah v českých zemích. Posléze byly definovány dokonce tramvaje jako takové coby dopravní prostředek pro dopravu ve městech a souvisejícím okolí.

Na našem území byla vytvořena struktura drah vyššího a nižšího řádu, které se lišily technickými parametry, mezi dráhy nižšího řádu byly řazeny místní dráhy a malodráhy, obecně ale nadále podléhaly železniční legislativě. Klíčový nebyl použitý pohon, ale hospodářský význam, který byl u malodrah omezen na dopravu v rámci obcí a souvisejícím okolí, zákon také formálně umožnil využití elektrického pohonu, který se v městské dopravě rozšířil výrazně dříve než u železnice. Koncese zněly na výraz drobná dráha, běžně označovaná jako silniční (pouliční) dráha – Strassenbahn (Závodná, 2016). Tento historický vývoj dal právě základ k dnešnímu ne zcela jednoznačnému označování, přestože v dalších letech a po vzniku ČSR došlo k důslednému rozlišení, které trvá do dnešních dob. Přesto obecně u tramvajů existují přechodové formy a dochází k opětovné integraci se železniční dopravou v podobě vlakotramvajů, takže i legislativa musí průběžně na tyto změny reagovat. V jiných zemích tramvajová doprava podléhá jiným normám, např. v Německu jde o normu BOStrab. Podrobný legislativní rozbor by ale byl již nad rámec publikace.

Provozovatelem tramvajových provozů je zpravidla dopravní podnik vlastněný městem, případně dalšími subjekty v případě větší aglomerace, existují ale i výjimky, např. část sítě v Petrohradu byla modernizována soukromým subjektem, jenž ji také provozuje, koncese mu byla udělena na 30 let (Tvarůžek, Marek a Kúdela, 2017).

1.3 Definice pojmu a technické parametry infrastruktury

V českém prostředí je dnes tramvaj definována jako drážní, resp. kolejový dopravní prostředek, určený k dopravě v rámci měst, případně přilehlém okolí, tímto způsobem je také koncesována, tratě mohou mít různý charakter. Protože všechny české provozované vznikly

v době Rakousko-Uherska (sít' v Mostě sice až roku 1957, ale historicky navazovala na původní úzkorozchodný provoz), jsou víceméně všechny podobou klasické tramvaje s výjimkami příměstských tratí a větší části poválečného provozu v Mostě. Některé zahraniční provozy, především vzniklé v posledních desetiletích, se charakterem blíží spíše železnici, některé jsou dokonce přestavbou původních železničních tratí – Manchester (Bílek, 2000) či některé tratě v okolí Paříže (Jiřík, 2015c). Proto lze u tramvají definovat technické parametry analogicky železniční dopravě. Pokud se hovoří o parametrech, je třeba tento výraz vztáhnout ke kolejové infrastruktuře, nikoliv k vozidlům. Hovoří se tak o tramvajové síti, po níž jsou provozovány buď tramvaje, nebo vlakotramvaje, případně oba typy vozidel současně (Chemnitz, Szeged). Tramvajové provozy jsou až na nečetné výjimky obsluhovány na rozdíl od minulosti pouze osobní dopravou.

Prvním významným parametrem je **rozchod**, definovaný zjednodušeně jako vzdálenost kolejnic jedné koleje od sebe. Obecně existují rozchody úzké, střední a široké, u tramvají buď použitý rozchod odpovídá rozchodu železniční sítě v daném státě, nebo je užší (často z historických důvodů). Tak ve většině zemí Evropy mají tramvaje většinou rozchod normální 1435 mm, ale některá města mají rozchod úzký (Bratislava 1000 mm, podobně Liberec, kde ale docházelo od 90. let 20. století k přestavbě na normální rozchod, Linz 900 mm), města v bývalém Sovětském svazu disponují zpravidla sítí o rozchodu 1524 mm (výjimky např. Lvov na Ukrajině či ruský Kaliningrad s rozchodem 1000 mm, což je dáno právě historicky). Problém s nekompatibilitou u tramvají není zásadní, protože jednotlivé provozy jsou oddělené, pouze na několika místech se stýká více provozů, které ale mají shodný rozchod (německé Porúří). Nevýhodou užších rozchodů je nižší maximální rychlost, což ale v městském provozu nehraje zásadní roli. Kapacita nižší nebývá, protože může být i při úzkém rozchodu použit běžný průjezdný profil.

Problém může teoreticky nastat v místech, kde je snaha využívat vlakotramvaje, ale tramvaj a železnice mají jiný rozchod, pak je třeba buď provést přestavbu zpravidla menší tramvajové sítě, nebo použít kolejové splítky v souběžném úseku. Přestavba na normální rozchod proběhla v Liberci, ačkoliv z konceptu vlakotramvaje nakonec sešlo, splítka je využita v německém Zwickau, kde lze ale provoz označit spíše za provoz vlaků po tramvajové trati, Zwickau je problematické i z pohledu, že železniční trať není elektrizována a vlaky mají jiný průjezdný profil. Proto zde vytvořená sdílená trať neodpovídá konceptu vlakotramvaje a v daném úseku se vlak nesmí vyskytnout společně s tramvají.



Obr.1 Trať se dvěma rozchody (1000 a 1435 mm), Liberec-Mlýnská

Vedle běžných tramvají na ocelových kolejích vznikly v minulosti experimentální provozy, které se snažily spojit výhody různých dopravních prostředků do jednoho hybridu, konkrétně z autobusu měla být využita výhoda potenciálně vyššího sklonu, než může být použito u tramvaje, na druhou stranu vyšší kapacitu, kterou disponuje naopak tramvaj, z vlastností trolejbusu byl klíčovou výhodou tichý chod. Vznikly tak postupně hybridní vozidla na pomezí tramvaje a autobusu, případně všech jmenovaných dopravních prostředků. Princip vznikl ve Francii, kde byl tento nový druh zprvu značen jako TVR (transport sur voie réservée – doprava na vyhrazené trase, případně názvem Tramway sur pneus – tramvaj na pneumatikách, a to od výrobce Bombardier. Role kolejnice omezena pouze na vedení vozidla s tím, že hmotnost nesly především pneumatiky, kolejnice pouze částečně. Klíčové pro tento typ bylo, že vodící kolejnicí nebyla vybavena celá trasa, vozidlo tak část trasy absolvovalo mimo v režimu autobusu (ev. trolejbusu). Obecně by tak mohl být tento dopravní prostředek zařazen spíše mezi silniční vozidlo, pouze v části trasy směrově vedený. Průkopníkem systému Bombardier bylo v roce 2001 město Nancy, kde byla přestavěna původní trolejbusová síť a vozidla TVR měla vizuálně podobu trolejbusu, včetně odběru proudu. Druhým a posledním městem využívajícím TVR se stalo v roce 2002 Caen v Normandii, kde byla zvolena podoba tramvajová. V obou případech ale nastaly technické problémy, jednak se setrvalým poškozováním jízdní dráhy, které bylo dané pohybem pneumatik po stále stejných místech asfaltové či betonové dráhy, problém činily také místa, kde vozidla nakolejovávala na vodící kolejnici a výhybky. Proto v Nancy byla zastavena výstavba druhé linky TVR a zůstala

pouze jedna, kvůli nevhodné technologii a potřebě obnovy dožívající techniky a infrastruktury bylo ale posléze rozhodnuto v obou městech o zrušení provozu a nahrazení klasickými dopravními prostředky. V Caen se roku 2019 rozjely běžné tramvaje (původní předpokládaná životnost 30 let byla tedy využita pouze z poloviny), v Nancy pak byl provoz zastaven na jaře 2023 a bude nahrazen trolejbusy, které tomuto experimentu předcházely, jak bylo uvedeno výše (Hinčica, 2023a).

Druhý princip Translohr se ukázal jako životaschopnější, neboť technický princip je mírně odlišný, především co se týká rozložení hmotnosti a konstrukce vodící kolejnice, vozidlo je mnohem více podobné klasické tramvaji. Důležité je rovněž to, že tramvaje jsou vedeny po pevné dráze v celé trase, tedy nepoužívá se jízda mimo úsek s vodící kolejnicí. Nevýhoda plynoucí z pojíždění stále stejného úseku jízdní dráhy nicméně zůstává, takže je třeba věnovat velkou pozornost údržbě infrastruktury. Tento systém existuje dosud v šesti provozech (ve Francii Clermond-Ferrand a některé linky v okolí Paříže (Jiřík, 2015b), v Itálii Padova a Venezia, v Číně Tchien-ťin, v Kolumbii Medellín. Např. v čínské Šanghaji došlo ovšem v roce 2023 rovněž ke zrušení příslušné linky. Podrobnější popis a technické rozdíly mezi systémy nejsou vzhledem k ukončení vývoje systému Bombardier podstatné, další města, která původně plánovala využití tohoto principu, od něj nakonec upustila, další masivní rozvoj nezaznamená ani systém Translohr a v případě nových tratí města volí klasickou podobu tramvaje. To se nejvíce promítlo v Paříži, kde po dvou linkách systému Translohr jsou další budovány výhradně v klasické podobě.

Pohon tramvají je dnes téměř výhradně elektrický, a to s vrchním přívodem proudu prostřednictvím střešního sběrače různého typu – historicky tyčového, později lyrového, dnes převážně pantografového. Výjimečně je použit jiný pohon, historický koňský pohon je zaveden na dráze na ostrově Man. Napětí ve vedení je ovšem řádově nižší než u železnice, protože tramvajové vlaky jsou řádově lehčí a dosahují nižší rychlosti. Využívá se převážně stejnosměrný proud o napětí 600–750 V. Některá místa nejsou ale vybavena vrchním vedením, zpravidla kvůli estetickým důvodům (nutnost stavět stožáry nebo používat úchyty na domech, ale i prostá absence vedení v historických prostorech měst), taková vozidla potom musí být vybavena jiným pohonem či jiným napájecím zdrojem. V zásadě se využívají dvě možnosti, jednak použití baterií, kde se tramvaje nabíjejí buď v uzlových nabíjecích bodech či při jízdě pod trakčním vedením, jednak spodní přívoz proudu. Příkladem bateriové tramvaje je francouzské Nice, kde v centrálním úseku není trakční vedení, pořizovací cena byla nižší, tramvaje mají ale kratší dojezd, tramvaje nabíjené pouze v uzlových bodech a tedy tratě obecně bez vedení lze nalézt v některých čínských městech – Čchiu-bej, Meng-zi či Ťia-sing. Tím není ovšem dotčen základní princip elektrického pohonu. Tramvaje se spodním vedením vznikly opět ve Francii, systém se nazývá APS (L'alimentation par le sol – napájení ze země), proud je v dotčených úsecích kvůli bezpečnosti veden pouze v době, kdy tramvaj projíždí. Systém APS využívají na části své sítě tramvaje v Bordeaux, Reims nebo Angers (Jiřík, 2015a). Některá města pak kombinují několik neobvyklých vlastností parametrů současně, italská Padova používá pneumatikový systém Translohr a část tratě je současně bez vrchního vedení.

Různé systémy napájení v různých městech opět díky absenci propojení nejsou zásadní překážkou, pouze v případech spojených provozů či vlakotramvají, kde musí být systémy kompatibilní.



Obr.2 Vlakotramvaj na sdílené trati, Hódmezővásárhely, Ady Endre utca

Parametr významný v železniční dopravě, ale nikoliv u tramvají, je **maximální nápravová hmotnost**. Důvodem pro jeho nevýznamnost je, že u tramvajové dopravy neprobíhá až na drobné výjimky nákladní doprava, takže není třeba tratě přizpůsobovat těžším vozidlům – jak lokomotivám, tak nákladním vozům. Tramvajové vozy mají souměřitelnou nápravovou hmotnost, i když jistě rozdíly mezi nimi jsou. Problémem u tohoto parametru jsou spíše některé objekty s nižší únosností nebo v havarijním stavu, např. mosty. V některých případech vedla nižší únosnost mostů i k zastavení provozu, např. linky 18 v oblasti Katowic – Rudy Śląskie. Jen při existenci nákladní dopravy je třeba dbát na dostatečnou únosnost tratí obecně.

Kvůli nevyužívání nákladní dopravy není klíčový ani **maximální sklon tratě**. Tramvaj je schopná zvládat sklon do přibližně 100 promile, v současnosti nejstrmější je pražský úsek z Kobylis do Holešovic s maximálním sklonem 80 promile, což u železnice už v některých případech předpokládá využití ozubnice. V minulosti existovaly i strmější úseky, rekord v českých podmínkách držel již neexistující úsek v centru Jablonce nad Nisou se sklonem 108 promile. Obecně je za nejstrmější považována trať Pöstlingbergbahn v rakouském Linzu s maximálním sklonem 116 promile. Existuje i ozubnicová tramvaj, jde o linku 10 ve Stuttgartu v Německu s maximálním stoupáním 178 promile.



Obr.3 Nejstrmější tramvajová trať, Linz, Pöstlingberg

Významným parametrem je **průjezdny profil**, což je dáno pestrými možnostmi trasování především v historické zástavbě a úzkých ulicích, ale také v obloucích a na křižovatkách. V některých místech je pak kvůli úzkému průjezdnému profilu nutné i při dvojkolejném provozu v dotčeném místě mít v jeden okamžik pouze jednu tramvaj, aby nedošlo ke kolizi protijedoucích vozidel. V místech s výrazně úzkým profilem (podjezdy domem, úzké ulice, mosty apod.) jsou u dvojkolejných tratí zřizovány kolejové **splítky**, tedy místa, kde do sebe zasahují průjezdné profily sousedních kolejí – typickým příkladem je podjezd domem poblíž pražského Malostranského náměstí, kde jsou protisměrné koleje svedeny do jednoho koridoru s využitím dvojitého kolejnic, viz obrázek, nebo ulice v centru Amsterdamu, kde jsou v určitých úsecích zřízeny splítky, aby byl uvolněn prostor ulice pro chodce. Místo splítky může být v takovém místě použit jednokolejný úsek, tedy místo, kde tramvaje v obou směrech využívají shodné kolejnice, výhodou tohoto uspořádání je úspora místa, především pokud je v případě splítky vzdálenost mezi protisměrnými kolejemi větší,

než na níže uvedené fotografii, naopak nevýhodou je potřeba použití výměn s pohyblivými jazyky, což zvyšuje náklady na výstavbu a údržbu (např. v zimě), snižuje rychlost a obecně zvyšuje riziko poruchy na trati. Proto jsou na některých místech takové jednokolejné úseky nahrazovány splítkami, i relativně dlouhými, v řádu stovek metrů – např. Mariatrost v rakouském Grazu. Relativní odlišnost vlastností sítí v různých městech vede k potřebě přizpůsobovat dodávaná vozidla místním podmínkám, což ceny vozidel prodražuje a prodlužuje celý proces dodávek.



Obr.4 Kolejová splítka s dvojitou kolejnicí, Praha u Malostranského náměstí

Zabezpečení provozu ve většině případů není žádné a provoz se odehrává jako u silniční dopravy podle rozhledu řidiče. Na některých místech je ale třeba využít vhodný systém zabezpečení, aby byla zajištěna bezpečnost. Jedná se především o místa nepřehledná a také úseky, kde je vysoká provozní rychlost, takže přes odlišnosti mezi vlakem a tramvají existuje relativně dlouhá zábrzdňá dráha. Tato situace se týká především nově stavěných úseků nebo dokonce celých provozů, často na vlastním tělese. Mnohem častější je ale nutnost využití na nepřehledných úsecích, např. již zmíněné splítky na dvoukolejných tratích a také tratě jednokolejné, v ČR např. část tratě Liberec – Jablonec nad Nisou. Vzhledem k intervalům jsou takové tratě vybaveny výhybnami pro křižování. Rozmístění výhyben je buď determinováno z minulosti, nebo je přizpůsobeno intervalům, to může vést v provozu k tomu, že křižování neprobíhá ve všech výhybnách, případně se i podle jízdního řádu přesouvají v různých obdobích dne podle intervalů do různých výhyben. To zakládá riziko z pohledu řidiče, který nesmí podlehnout rutině, proto jsou tato místa v ideálním případě

zabezpečena automatickým systémem (autoblokem), kde vjezd do úseku je povolován systémem bez zásahu zaměstnance. Méně spolehlivé je zabezpečení dispečerským řízením, kde řidiči mají povinnost v určených místech komunikovat s dispečerem a žádat povolení jízdy od něj. Ani jeden ze základních systémů ale bez nadstavby nadřazené kontroly nedokáže eliminovat vliv lidského činitele – řidiče, který nemusí zákaz jízdy respektovat a do obsazeného úseku vjet. To vedlo v roce 2008 na příměstské trati ve Vřesině u Ostravy k tragické nehodě v podobě střetu protijedoucích tramvají na jednokolejně trati a následně byl systém dispečerského řízení nahrazen autoblokem. Historicky a dosud na některých tratích s historizujícím provozem se začínalo se zabezpečením pomocí tzv. žezla, kdy do příslušného úseku mohla vjet pouze tramvaj, jejíž řidič měl v držení žezlo, které si řidiči na koncích úseků předávají. Tento systém ovšem předpokládá pravidelné střídání provozu v protisměrech, v zásadě vylučuje jízdu dvou vozidel za sebou v jednom směru. Tento systém je dosud v provozu např. na turistickém provozu v Bad Schandau, výjimečně se používá i v jiných situacích, byl použit např. při jednokolejném provozu při výluce v pražské horní Libni. Systémy nemusí být ze známých důvodů kompatibilní.

Především u jednokolejných tratí typu interurbans se v minulosti používala celá škála zabezpečovacích systémů známých z klasické železniční dopravy.



Obr.5 Výhybna na původní jednokolejně trati se zabezpečovacím zařízením, Graz, Mariatrost

S kapacitou a propustností tratí souvisí již zmíněný parametr **počtu kolejí**. Tramvajové tratě v běžném městském provozu bývají zpravidla dvojkolejné (kvůli hustotě a bezpečnosti provozu), menšina je jednokolejná – jde většinou o tratě typu interurbans

vedené do méně zalidněných oblastí a vzniklé v minulosti, jejich rozšíření často není z prostorových důvodů možné nebo by se z pohledu síly poptávky nevyplatilo. Řada jednokolejných tratí byla ale zrušena nebo postupně přestavěna. Jako příklad tratě, kde by efektivita rozšíření byla nízká, může sloužit již zmíněná příměstská trať v Ostravě, místa, kde k rozšíření nemůže dojít bez zásadní změny uspořádání komunikace, resp. bez nežádoucího svedení silniční a tramvajové dopravy na jedno těleso, je trať linky 4 v Szegedu. Naproti tomu ke zdvojkolejňování dochází při přestavbě trati Liberec – Jablonec nad Nisou nebo na řadě tratí v oblasti Katowic, kde mohlo dojít k výraznému zkrácení intervalu na dotčené trati (úsek Szopienice – Sosnowiec).



Obr.6 Jednokolejná trať bez možnosti snadného rozšíření, Szeged, Szabadkai út

Nově vznikající jednokolejné trati vycházejí převážně z přestavby původně železničních tratí, novostavby na zelené louce jsou zcela výjimečně jednokolejné, i když příklady existují. Uvést lze francouzské město Montpellier, kde nový provoz vznikl roku 2000 a některé okrajové úseky byly vybudovány jednokolejně, podobně jako část nové sítě v polském Olštýně (Olsztyn). V současné době vznikají výjimečně i moderně pojaté trati typu interurbans, např. ve francouzském Valenciennes.

Nedílnou technickou vlastností je typ **zakončení trati**, kde se nabízejí dvě varianty, které mají přímý vliv na typ použitých vozidel. Trať může být zakončena vratnou smyčkou nebo kolejovým přejezdem, slangově nazývaným „šturc“. *Vratná smyčka* umožňuje využití jednosměrných vozidel, což má pozitivní vliv na kapacitu i na provozní parametry. Vyšší kapacita je dána tím, že dveřní prostory jsou pouze na jedné straně vozidla a kabina řidiče se

nachází pouze na jednom konci tramvaje. Z hlediska provozu je zásadní výhodou potenciálně kratší doba obratu, neboť řidič nemusí na konečné přecházet na opačnou stranu tramvaje a provádět úkony s tím spojené (přepnutí řízení, stažení a vytažení pantografu apod.), je to pro řidiče také pohodlnější. Naopak nevýhodou smyček je potřeba většího prostoru, smyčky nelze stavět vyloženě podle potřeby, ale je třeba výstavbu přizpůsobovat dostupnému místu bez ohledu na provozní či kapacitní potřeby. Smyčky také nelze zřizovat operativně, roli hraje zábor půdy, která by mohla být využita jinak. Specifickým druhem smyčky je bloková, která v případě nedostatku prostoru pro výstavbu může (především v husté zástavbě) vést kolem jednoho či více domovních bloků, ať už s oddělením od silniční dopravy či bez oddělení. Nevýhodou blokové smyčky, ale i smyček obecně, je větší vzdálenost, kterou tramvaj musí při obrátce absolvovat. Smyčky mohou být jednokolejné, vícekolejné či jednokolejné s předjízdými koleji. Nevýhodou jednokolejné smyčky v provozu je nemožnost předjíždění vozidel, tedy nelze využít přestávky vozidla i s řidičem při krátkých intervalech, pokud je na jedné smyčce ukončeno více linek, musí mít v zásadě shodné intervaly, aby mohly tramvaje odjíždět ve stejném pořadí, v jakém přijely. Tento problém řeší předjízdny koleje, což jsou v zásadě odbočné koleje, na kterých mohou být tramvaje dočasně odstaveny při přestávce, nebo může mít každá linka vlastní kolej, takže jsou na sobě nezávislé. Klíčová je ale samozřejmě z pohledu délky přestávky také délka kolejí. Dvojkolejná smyčka je spíše formálně odlišná podoba smyčky, kdy jsou koleje vedeny i ve smyčce protisměrně. Většina těchto smyček ale u nás již zanikla.



Obr.7 Jednokolejná smyčka se dvěma předjízdými koleji a kolejovou spojkou, Praha-Špejchar



Obr.8 Dvojkolejná smyčka, dnes již zjednokolejněná, Praha-Divoká Šárka



Obr.9 Blokovaná smyčka, Vídeň-Grinzing

Speciálním způsobem ukončení používaným pro jednosměrné tramvaje, pokud není k dispozici prostor na smyčku, a to ani blokovou, je *kolejový trojúhelník (triangl)*, jehož nevýhodou je nutnost při části pohybu na konečné s tramvají couvat. Kapacita trianglu je malá, v zásadě na něm mohou být dvě tramvaje, takže může být problém s povinnými přestávkami. Proto se trojúhelníky využívají spíše okrajově, nicméně i v ČR se s ním lze setkat. V případě nutnosti lze formálně pro ukončení linky využít i trojúhelník na běžném kolejovém křížení na křižovatce, kde může být problém s koordinací obracení tramvaje v běžném provozu (pokud není trojúhelník mimo silnici), přesto se toto řešení občas vyskytuje.



Obr.10 Kolejový trojúhelník, Szeged-Kecskés



Obr.11 Obracení na trojúhelníku křižovatky, Olomouc, náměstí Národních hrdinů

Druhou variantou, která vyžaduje použití obousměrných tramvají, je *kolejový přejezd*. Zásadní výhodou je malý nárok na prostor, kde stačí vložit mezi traťové koleje jednoduchou nebo dvojitou kolejovou spojku a vznikne možnost ukončení linky, takové zakončení může být trvalé nebo dočasné. Výhodou je také možnost zřízení takového ukončení velmi operativně, v případě dočasných přejezdů jej lze zřídit během několika hodin. Nevýhodná je naopak výrazně menší kapacita pro obrátku tramvají, řidiči nemají prostor pro čerpání delších přestávek, také při zpoždění nelze vytvořit dostatečně dlouhou vyrovnávací přestávku pro vozidla. Nevýhodou je menší pohodlí pro řidiče, který musí někdy v krátkém čase přejít na druhou stranu vozidla, a menší kapacita obousměrných tramvají.

Tratě ukončené kolejovým přejezdem vyžadují logicky obousměrné tramvaje s výše uvedenými výhodami a nevýhodami; druhá souvislost je ale s uspořádáním zastávek, pokud se využívají obousměrná vozidla, je možné polohu zastávek podle potřeby měnit nalevo či napravo od koleje, tak jako je tomu u metra. V některých místech je výhodné vytvářet ostrovní nástupiště, u jednokolejných tratí může být výhodné kvůli prostoru zřídit jednu zastávku pro oba směry současně, používá se např. v již zmíněném Olštýně, střídání pravých a levých zastávek ve směru jízdy je typické např. pro Budapešť.

Obecně nelze jednoznačně říci, která kombinace variant je výhodnější, vše je provázáno jednak s filozofií dopravy, ale také s délkou linek a charakterem tratí obecně, dopravci také mohou disponovat různými typy vozidel a různé tratě jsou ukončeny různě, typicky v Praze. V případě většinových souběhů se silniční dopravou, kdy hrozí zpoždování,

je vhodnější využít smyčky kvůli potenciální větší potřebě na obrátové časy, v případě maximálního oddělení od silniční dopravy je možné preferovat nižší počet nasazených vozidel v důsledku krátkých obrátových dob, roli hraje také zvolený režim střídání řidičů a ekonomické hledisko. Obecně platí, že nové provozy jsou často konstruovány s kolejovými přejezdy a obousměrnými tramvajemi, protože obsahují delší úseky vedené na samostatném tělese, než klasické provozy s úseky v běžném provozu, tudíž lze předpokládat vyšší rychlost jízdy a kratší zpoždění. V ČR je tradicí naopak ukončení tratě s vratnou smyčkou, kolejové přejezdy se dlouhá léta nevyužívaly vůbec (poté, co se vyráběly pouze jednosměrné tramvaje), až v 90. letech 20. století se začaly využívat dočasné přejezdy pro výluky, aby nemuselo docházet k vyloučení nadměrně dlouhých úseků, viz jeden z následujících obrázků, v posledních letech se ale využívají i pro trvalá ukončení tratí, resp. podle údajů dopravních podniků pro dočasná ukončení, kde ovšem dočasnost představuje horizont let, jak bude zmíněno později. Na závěr této části je třeba pro úplnost doplnit ukončení tratě prostým zarážedlem, což je analogie kolejového přejezdu na konci jednokolejné tratě.



Obr.12 Kolejový přejezd se dvěma kolejovými spojkami, Praha-Holyně, dnes již přestavěno



Obr.13 Dočasný kolejový přejezd, Praha-Vosmíkových

Výše uvedené parametry utvářejí technickou charakteristiku, lze z nich vyvodit, kdy lze kolejový dopravní prostředek zařadit do kategorie tramvaj. Tramvaj je dnes dopravním prostředkem, který je provozován téměř výhradně **v osobní dopravě**, vyskytuje se převážně **ve městech**, nemá z principu **vlastní dopravní cestu** (i když ji může mít buď částečně, nebo zcela) a **není** použit žádný **systém zabezpečení a řízení provozu** v celé síti (může být použit na vybraných úsecích). Lze tedy dovést, že pokud jsou tyto podmínky splněny, lze příslušný dopravní prostředek považovat za metro nebo vlak na železnici, tramvaj má tedy podmínky nejmírnější (Mervart, Rathouský, Kolář a Novák, 2021). Je třeba ještě jednou zdůraznit, že tyto parametry se týkají konkrétní sítě, zatímco na druhé straně mohou existovat vozidla schopná pohybu na více sítích, a to i různých druhů (železnice + tramvaj). Protože definice je poměrně volná, lze rozlišit řadu podtypů sítí, které se někdy vyskytují i v rámci jednoho provozu (časté v Německu) a je vhodné definovat další členění, která už ale netvoří základní technické parametry. Tomu je věnována následující část.

1.4 Typy tramvajových sítí

Aby bylo možné blíže popsat jednotlivé podtypy, které se navíc liší stát od státu, je třeba vedle výše uvedených základních technických parametrů definovat další rozdíly ve fyzické podobě tratí. Jedná se především o tyto zásadní rozdíly: vedení tratě ve vazbě na silniční komunikaci, podoba zastávek a uplatnění stavební preference.

1.4.1 Typ tramvajové tratě

Klasická městská tramvaj, jak byla definována již v 19. století, využívá běžné městské ulice, kde původně sdílela jízdní dráhu s ostatními vozidly. To je v dnešní době ovšem z provozního hlediska často nevýhodné, proto vznikly další varianty vedení tratě v uličním prostoru s různým stupněm oddělení od silniční dopravy – tato problematika ale spadá do oblasti preference. Obecně tedy lze tuto variantu označit jako **trať vedenou v uličním prostoru**. Výhodou je blízkost zdrojům dopravy, tedy cestující nemusí absolvovat dlouhé přecházkové vzdálenosti, jako je tomu u drah rychlodrážního typu, kdy je vyšší rychlost eliminována delším časem docházky, a zřejmě i lepší návaznost na další dopravní prostředky, naopak nevýhodou je silné ovlivnění ostatní dopravou, a to včetně chodců. V ryzí podobě sdíleného koridoru pak tramvaje trpí kongescemi, což zejména v minulosti vedlo k jejich rušení s argumentem nízké cestovní rychlosti, ačkoliv ta byla způsobena vlivy ostatní dopravy. V případě uplatnění některé metody preference je doba zdržení kratší, ale nelze ji principiálně eliminovat zcela. Především v centrech měst jde o klasickou podobu městské tratě.



Obr.14 Klasické vedení tramvajové tratě, Praha-Strossmayerovo náměstí

Specifické a užívané spíše v balkánských státech, v ČR pouze na jednom úseku v Plzni je vedení tratí podél chodníků, zatímco převažující je vedení kolejí obou směrů uprostřed komunikace, pokud je dostatečně široká. Nevýhodou vedení tratě podél chodníku je problematické parkování.



Obr.15 Netypické vedení tratě podél chodníku, Plzeň, Slovanská

Podoba tratě vedené v komunikaci může být ovšem různá, buď je trať bez problémů přístupná pro ostatní dopravu, má tedy shodný povrch jako zbytek silnice, nebo je svršek zatravněný či vybudován v podobě otevřeného železničního svršku, to ovšem jen v případě dostatku prostoru. Trať pak nemůže být využita vozidly IZS apod.

Historicky spíše pro příměstské tratě (malodráhy) bylo typické **vedení tratě podél silnice**, tramvajové těleso může být buď upravené pro provoz silničních vozidel, nebo je pro ně nepoužitelné. Tyto tratě lze označovat dříve uvedeným výrazem interurbans, jejich výhodou je ve většině případů samostatné těleso, takže tramvaje nezůstávají v případných kongescích, problémem naopak mohou být vjezdy do domů, pokud je taková trať vedena v zástavbě. Značná část interurbans tratí je jednokolejná s výhybnami. Nevýhodou spíše v provozní oblasti bývá souběh s autobusovými linkami, kde se jejich provoz po silnici nabízí, takže je třeba věnovat pozornost této otázce při plánování dopravy.

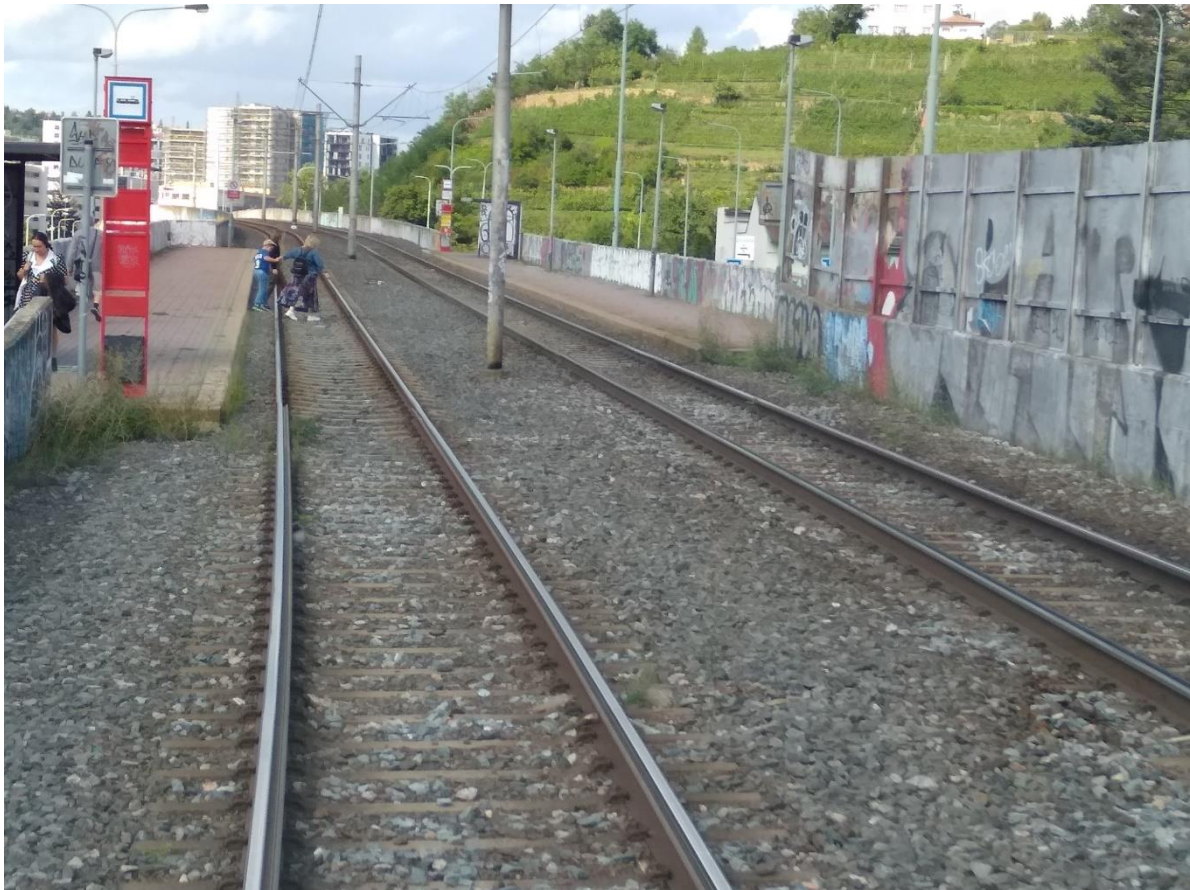


Obr.16 Typická trať typu interurbans, Katowice, Chorzów

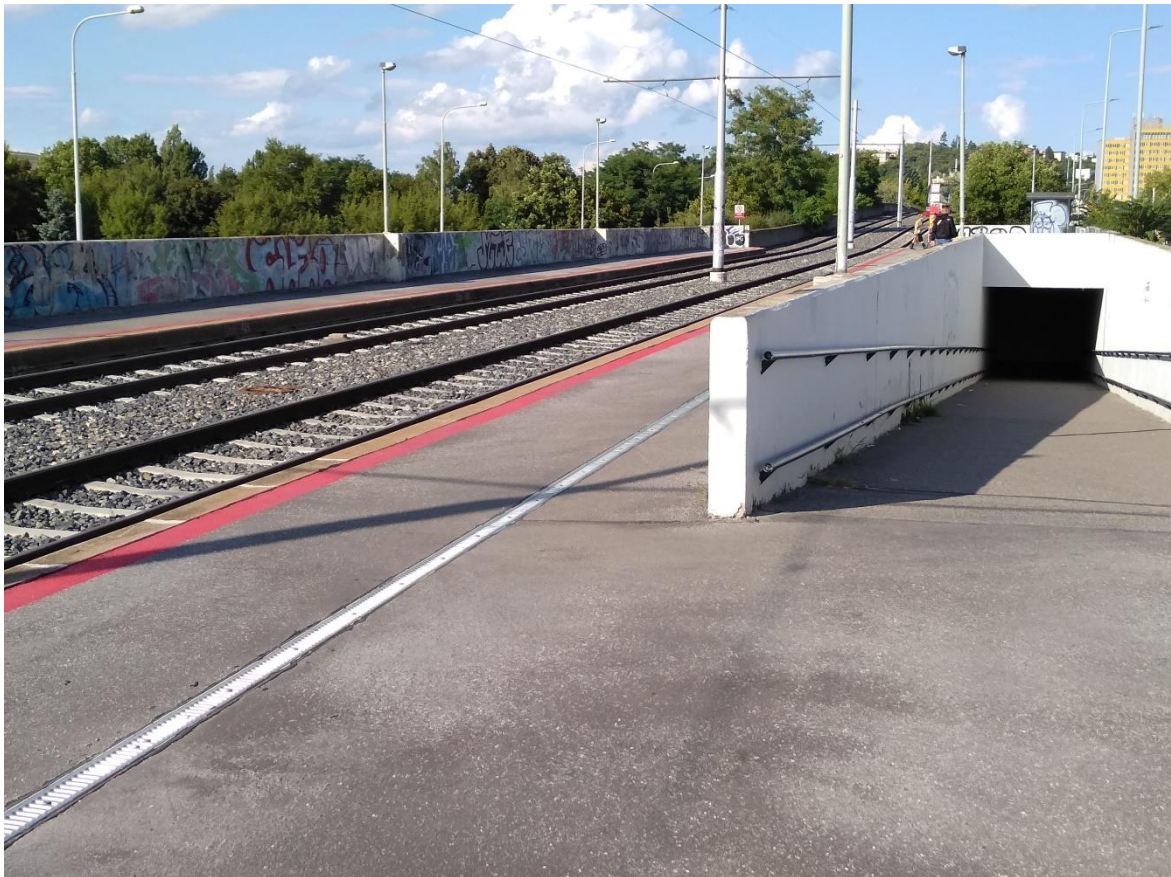
Třetím typem jsou tratě **vedené zcela nezávisle na silničních komunikacích**. Výhodou je tedy vyšší rychlost a bezpečnost v důsledku nesdílení koridoru s automobily, naopak mohou být výrazně delší docházkové vzdálenosti k zastávkám, např. na pražské trati do Modřan, také může být trať vzdálena od zástavby, v případě problémů v provozu je obtížnější přístup např. k porouchaným vozidlům. Specifickou skupinou tohoto typu tratí jsou původní železniční tratě přestavěné do tramvajových standardů, kde jsou tyto vlastnosti obsaženy už v původu. Jako příklad lze uvést síť v Manchesteru, která sestává v drtivé většině z takových úseků (Bílek, 2000) nebo pařížskou linku T2, vedenou tangenciálně k Paříži a spojující moderní čtvrť La Défense s okrajem Paříže v Porte de Versailles (Jiřík, 2015c). Na takových tratích analogicky železničním neplatí pravidla silničního provozu, včetně rychlostního omezení platného ve městech – platí zde jiná omezení určená speciálně pro tramvaje, neboť jde o drážní těleso.



Obr.17 Vlastní dopravní cesta na zatravněném tělese, Praha, trať na Barrandov



Obr.18 Trať na vlastním tělese s nepohodlným a zdoluhavým přístupem, vytvářející současně prostorovou bariéru, Praha-Modřanská škola



Obr.19 Zdlouhavý přístup na tramvajovou zastávku, Praha-Nádraží Braník

Podmnožinou tohoto typu je **trať postavená spíše v parametrech metra**, tedy někdy včetně podzemního vedení trasy a absolutního oddělení dopravní cesty. To je rozšířeno v Německu a Rakousku, kde je řada úseků v centru vedena v tunelech a zakládá to již zmíněné zavedení jiných pojmů jako je podpovrchová tramvaj, Stadtbahn (tedy přechodová forma mezi tramvají, metrem či vlakem), nebo dokonce pojem U-Bahn ve smyslu nezávislá dráha. Pro takové provozy se někdy v praxi používá marketingové označení metro, ačkoliv provoz splňuje jeho parametry pouze v některých úsecích. Např. brněnská trať v sídlišti Líšeň by mohla být v tomto smyslu označena také za metro. Klíčové pro definici je ale, zda celý provoz tyto podmínky splňuje, což v praxi nenastává. Také se používají zpravidla shodná vozidla pro všechny typy úseků. V některých případech jsou sítě sice formálně oddělené, ale přejezdy jsou možné a použitá vozidla jsou také shodná, např. v ruském Volgogradu, kde vedle sebe funguje síť klasické tramvaje a tramvaje rychlostní, obě jsou ale obsluhovány shodnými českými vozidly typu T3 (Tvarůžek a Kúdela, 2016b), jindy jsou vozidla pro různé typy tratí mírně odlišná, např. v Kölnu (Hrubeš, 2019).



Obr.20 Trať vedená zcela nezávisle na silniční komunikaci, Katowice, Kazimierz Górniczy

1.4.2 Podoba zastávek

Zastávky na tratích významně souvisejí s typem trati, v případě, že trať je vedena na vlastním tělese, jsou zastávky zcela oddělené, v případě tratí v parametrech metra mají i mimoúrovňový přístup, u tratí interurbans může nastat problém, kdy ve směru pohybu tramvaje není prostor pro bezpečný nástup a výstup a cestující nastupují či vystupují do silnice s provozem, řidiči vozidel jsou informováni pouze vodorovným a svislým značením, jak ukazuje následující obrázek.



Obr.21 Zastávkový prostor umístěný v protisměrném jízdním pruhu, Katowice, Sosnowiec (původní podoba tratě, dnes zdvojkolejněno a trať integrována do silnice)

Podoba nástupiště je v této variantě dána především použitými vozidly, v případě, že jsou tratě využívány vozidly více podtypů, mohou být nástupiště i dvojitá, různé části mají různou výšku (Amsterdam).

Více variant se objevuje u klasických tratí vedených v uličním prostoru, kde se charakter zastávky kombinuje s metodami preference. V případě, že koleje vedou podél chodníku, jsou místa nástupu vyřešena použitím **chodníku**, při výrazně četnějším umístění kolejí ve středu komunikace lze využít celou řadu variant.

Nejjednodušší je situace, kdy je komunikace natolik úzká, že ostatní provoz musí být veden po kolejích. Z pohledu plynulosti jízdy je to situace nežádoucí, ale z pohledu umístění zastávky jde o shodnou situaci jako v případě bočního vedení kolejí, z pohledu cestujících je to nejvhodnější varianta. Protože tramvaje jsou ale vedeny často po hlavních ulicích měst, je častá struktura ulice v podobě parkovací pruhy, dále ke středu pruhy pro IAD a uprostřed tramvajová trať. Šíře komunikace pak ovlivňuje možnosti uspořádání zastávek. Je-li trať umístěna na komunikaci se silným provozem silniční dopravy a prostor to umožňuje, může být trať uprostřed oddělena a přístup na zastávky řešen **mimoúrovňově**, nebo přechody pro chodce. Nelze jednoznačně říci, která varianta je vhodnější, mimoúrovňový přechod je bezpečnější, ovšem prodlužuje příchod za zastávku, pro handicapované cestující je pak třeba zřizovat další prvky nebo dlouhé přístupové rampy. V minulosti se na takových místech zřizovaly mimoúrovňové přístupy (analogicky lze za takovou situaci považovat i přestup mezi

zastávkami na pražském Karlově náměstí, kde bylo třeba pro některé přecházky použít podchod spojený se vstupem do metra), dnešním trendem je ale návrat chodců na povrch a zpomalování IAD tím, že se na takové zastávky zřizují úrovně přechody – stalo se tak na Karlově náměstí, ale i na některých zastávkách ve Vídni, pokud je řeč výhradně o přístupu na tramvajové zastávky, pak např. v Gdaňsku v centru města. Hovoří se o jakési humanizaci uličního prostoru.

Ve většině případů jde ale o běžné městské ulice, kdy zastávky podle možností buď jsou vybaveny **nástupními ostrůvky**, nebo nejsou. Pokud ostrůvek existuje, není řidič vozidla jedoucího souběžně s tramvají povinen zastavit v případě stanicování tramvaje, v reálu tak mohou vznikat nebezpečné situace. Proto se v těchto případech při silném provozu využívají další preferenční opatření. Ve většině případů se předpokládají klasicky zastávkové prostory vpravo ve směru jízdy, v případě použití obousměrných tramvají může být ale použit i zastávkový prostor na levé straně kvůli úspoře prostoru apod., jak bylo uvedeno výše.



Obr.22 Zastávka bez nástupního ostrůvku, Praha-Lazarská před rekonstrukcí

Pokud na nástupní ostrůvek prostor není, je nástupním prostorem úsek silnice vyznačený v ČR dopravní značkou IJ 4d Zastávka tramvaje, v jiných zemích analogicky. V takovém případě jsou řidiči souběžně jedoucích vozidel povinni při pobytu tramvaje v zastávce zastavit tak, aby umožnili cestujícím bezpečně vystoupit a nastoupit. Na to nelze v realitě vždy spoléhat, proto i v těchto případech je vhodné využít další preferenční opatření. Hlavní možnosti, které lze v tomto případě využít, jsou vídeňský a časový ostrůvek, případně jejich souběžné použití. **Vídeňský ostrůvek** je místo, kde je v prostoru zastávky jízdní pruh

mezi tramvajovou kolejí a chodníkem zvýšen na úroveň chodníku tak, aby na jedné straně byl pohyb komfortnější pro cestující (při nízké podlaze tramvaje cestující při nástupu a výstupu nepřekonává žádný schod, při vysoké podlaze odpadá sestup do silnice a výstup k prvnímu schodu tramvaje), což také urychlí výměnu cestujících, na straně druhé ale nutí i řidiče, aby při průjezdu zastávkou v každém případě zpomalovali, a v případě pobytu tramvaje v zastávce jim to dává jasný signál zastavit. Nájezd je zvýrazněn na vozovce graficky. Prostor vídeňského ostrůvku je ale stále silniční komunikací, tudíž pobyt v jeho prostoru je pro cestující mimo dobu stanicování tramvaje zakázán.



Obr.23 Vídeňský ostrůvek využitý autobusem, Praha-Maniny

Časový ostrůvek je stavební prvek, jenž pracuje se světelným zabezpečovacím zařízením s absolutní preferencí (viz dále), kdy v případě stanicování tramvaje se před zastávkou rozsvítí signál STOP pro souběžně jedoucí vozidla, takže daný prostor se po dobu stanicování stává prostorem zastávky, jinak mají vozidla volno. V našich podmínkách se užívá časový ostrůvek u klasických nástupních ostrůvků, kde v případě pobytu tramvaje v zastávce řidiči nemají povinnost před zastávkou zastavit, pro zvýšení bezpečnosti cestujících, především v Německu se používá spojení časového a vídeňského ostrůvku, aniž by byla zastávka vybavena klasickým ostrůvkem nástupním. Z pohledu bezpečnosti cestujících je to nepochybně pozitivní, nevýhodou je nižší plynulost silničního provozu i v případech, že je provoz tramvají slabý. IAD má povinnost prostor vídeňského ostrůvku použít, nesmí jej objíždět po kolejích, naopak nekolejová MHD zastávku využívá shodným způsobem s tramvají.

Specifickou formou je **zastávkový mys**, kdy je chodník v místě zastávky vysunut do silnice, takže IAD prostor musí objíždět po kolejích. Z pohledu cestujících jde o ještě bezpečnější situaci, ovšem již na úkor plynulosti dopravy včetně MHD, kdy se vozidla IAD a MHD blokují navzájem a dochází ke zpoždování, takže je třeba v praxi volit vždy vhodnou formu.



Obr.24 Zastávkový mys v obou směrech, Praha-Krymská

1.4.3 Další metody preference

Vedle výše uvedených stavebních prvků v prostoru zastávek a charakteru tratě jako takové lze pro zlepšení plynulosti, ale i bezpečnosti použít další preferenční prvky. Mezi ně patří jednak další stavební prvky, jednak různé možnosti využívání světelných zabezpečovacích zařízení (SZZ).

V případě, že je trať vedena v uličním prostoru, kde panuje silný provoz, je MHD náchylná na časové zdržení, proto je vhodné tramvaje od IAD stavebně oddělit. Klasickou možností jsou **fyzicky oddělené jízdní pásy**, kde se mezi pásem pro tramvaj a ostatní dopravu nacházejí zvýšené stavební prvky různé podoby – v Praze souvislé kulaté tvarovky, ale podoba může být různá. Klíčové je, že i tramvajová trať může být pojížděna jinými vozidly, což je výhodou oproti vlastní dopravní cestě na otevřeném svršku nebo použití otevřeného svršku i v uličním prostoru. Trať pak může využít i nekolejová MHD, složky IZS a v případě nehody v pásu pro IAD ji lze použít i pro objetí překážky. Nevýhodou je logicky možnost snadného využití odděleného pásu neoprávněnými uživateli. Přesto se jedná o velmi účinný stavební prvek, jenž při relativně nízkých nákladech přináší časové úspory pro vozidla

MHD. Podoba takového pásu může být i odlišná od klasické popsané, kdy je celá trať vedena na zvýšeném tělese uprostřed komunikace.



Obr.25 Počátek fyzicky odděleného jízdního pásu, Praha, Francouzská



Obr.26 Fyzicky oddělený jízdní pás v podobě zvýšeného tělesa, Praha nad Hlavním nádražím



Obr.27 Jiná podoba fyzicky odděleného jízdního pásu, Budapest, Bartók Béla út

V zásadě lze pro tramvaj použít i **vyhrazený jízdni pruh**, což je ovšem pouze vizuální opatření používané spíše pro nekolejovou MHD, výhody i nevýhody jsou obdobné, ovšem daleko více lze předpokládat nedodržování zákazu vjezdu neoprávněných vozidel do takového pruhu kvůli absenci fyzické překážky, resp. menší „viditelnosti“ takového opatření. Mimoto vyhrazené jízdni pruhy mohou mít i omezenou časovou platnost, kdy může pruh být vyhrazen pouze v některých obdobích dne a týdne, což dále snižuje účinnost. V zásadě speciální aplikací je vídeňský ostrůvek, kde lze tramvajovou trať vedenou podél vídeňského ostrůvku také považovat za vyhrazený pruh.



Obr.28 Vyhrazený jízdní pruh, Praha, Smetanovo nábřeží

Tramvaje mohou být vedeny také po **komunikacích s vyloučením ostatního provozu** (opět s možnými výjimkami nekolejové MHD, IZS a cyklistů), což jsou především terminály (smyčky apod., kde je třeba zcela zabránit odstavování jiných vozidel na kolejích), ale také např. pěší zóny. Průkopníkem byl Linz, kde existuje v centru města pěší zóna s pohybem tramvají, v Praze se vyskytuje několik takových míst – náměstí Republiky apod., v Brně trať vedená přes náměstí Svobody a přilehlé ulice. Rizikem je pochopitelně možný střet s chodcem, provoz tramvají zpomaluje pohyb chodců, nicméně pokud jde o komunikaci s provozem tramvají, lze očekávat, že existence kolejí chodcům připomíná možnost průjezdu tramvaje, horší je, pokud se po dané komunikaci pohybují i autobusy, jejichž provoz je z pohledu chodců neočekávaný.



Obr.29 Pěší zóna s provozem MHD, Praha, náměstí Republiky

Výše byl uveden jako významný prvek preference časový ostrůvek, podobně jako vídeňský ostrůvek je aplikací vyhrazeného pruhu, je časový ostrůvek aplikací absolutní přednosti na SZZ. Obecně **přednost na SZZ** představuje provozní situaci, kdy je vozidlo MHD zvýhodněno proti ostatním vozidlům a efektem je snížení střední doby čekání na daném SZZ, v některých případech až na nulu. Nejčastěji jsou SZZ použita na křižovatkách, ale může se jednat také o místa, kde tramvaj opouští, případně vjíždí na silniční komunikaci, opouští svůj vyhrazený pás či komunikaci apod. a také tato místa mohou působit zpoždění. Při vhodném nastavení přednosti na navazujících SZZ může dojít k významnému zkrácení jízdních dob. V praxi je ale třeba rozlišit několik variant přednosti.

Nejsilnější s předpokladem nulové čekací doby na příslušném SZZ je **absolutní aktivní přednost**. To znamená, že přijíždějící tramvaj (všechna tato opatření mohou být přiměřeně použita i pro nekolejovou MHD, zejména tehdy, pokud využívají v daném úseku sdílenou dopravní cestu) sama jízdou navolí přednost a zastaví provoz v kolmém směru bez potřeby zastavení. Opatření je velmi účinné, ale není použitelné vždy, především při krátkém intervalu by kolmý směr byl téměř stále v režimu STOP, také na složitějších křižovatkách není možné toto v praxi použít, protože pokud by přijížděly tramvaje současně v kolmých směrech, nebylo by jasné, která má dostat absolutní přednost. Absolutní přednost je tak vhodná tedy pro tratě se středním a slabším provozem, jednoduché křižovatky, případně křižovatky, kde tramvaj nekříží všechny ostatní pruhy. Jako nevhodný příklad by mohlo sloužit křížení tramvajové trati v Praze na náměstí I. P. Pavlova s magistrálou, kde za jednu

špičkovou hodinu projede v jednom směru 47 tramvají (podle jízdního řádu pro rok 2023 linka 22 s intervalem 4 minuty, linky 4, 6, 10 a 16 s intervalem 8 minut a linka 23 s intervalem 30 minut).

V opačných případech je vhodné použít **podmíněnou aktivní přednost**, která je založena na podobných principech, ovšem tramvaj přednost nedostane bezpodmínečně, pokud by byl časový odstup od předchozí tramvaje příliš krátký, není fáze VOLNO pro kolmý směr okamžitě ukončena a tramvaj musí stát. Lze ale předpokládat, že střední doba čekání bude kratší než bez využití přednosti. Analogicky na složitých křižovatkách, kde je třeba stanovit pořadí, v jakém mají tramvaje projíždět v různých směrech, je vhodný tento typ přednosti, jako příklad by mohla sloužit křižovatka u pražského Národního divadla, kde se tramvaje pohybují ve dvou směrech kolmých na sebe plus se v běžné provozní situaci používá jedno odbočovací rameno. Konkrétní pořadí se pak řídí čekací dobou, odstupem od předchozího vozidla atd.

Využit lze rovněž **pasivní přednost**, kde si tramvaj sama nevolí VOLNO, ale jsou pouze přizpůsobeny doby VOLNO a STOP tak, aby směr s tramvajemi měl VOLNO delší dobu. Toto opatření ale nereaguje operativně na okamžitou situaci v provozu, takže nelze zajistit plynulý průjezd tramvají a na druhou stranu může být kolmý směr zbytečně blokován i v době, kdy tramvaj nejede. Proto je toto opatření vhodné spíše pro místa s hustým provozem tramvají, aby byl čas VOLNO pro jejich směr efektivně využit.

Obecně je třeba v konkrétní situaci volit vhodnou kombinaci preferenčních opatření ve vazbě na pohodlnost přístupu pro cestující. Striktní použití vlastního tělesa bez křížení vede k nepřívětivosti některých zastávek a nežádoucímu prodlužování docházkové vzdálenosti, např. na trati do Modřan. Použití vlastního tělesa s křížením, ovšem bez další, ideální aktivní preference vede k nízké cestovní rychlosti, situace z Olsztyňa, kde přesto, že větší část páteřní trasy má vlastní těleso, délku 7 km tramvaj jede podle jízdního řádu 23 minut, tedy cestovní rychlost činí pouze 18 km/h, což při podílu vlastního tělesa přibližně na 2/3 trasy je velmi málo. Naopak přehnané využívání aktivní preference může vést sice k vysoké cestovní rychlosti tramvaje, ale současně k zablokování jiných, a to i velmi vytížených směrů, jako bylo uvedeno výše.

1.4.4 Typy tramvajových sítí

Z výše uvedených parametrů lze následně sestavit kritéria pro různé typy sítí, které se ovšem v praxi mohou nazývat různým způsobem, a naopak stejným názvem se často označují velmi odlišné typy sítí. Mimoto i v rámci jedné sítě mohou existovat zásadní rozdíly mezi jednotlivými tratěmi, v podmínkách ČR výrazně např. v Brně. Na typ sítě pak volně navazuje také role, kterou tramvajová doprava v příslušném městě či aglomeraci plní.

Historicky nejstarším typem sítě je **městská síť**, která obsluhovala postupně všechny klíčové relace a její rozvoj, případně i omezování víceméně odpovídaly změnám ve struktuře města, hustotě osídlení a přepravním proudům. Tyto sítě byly a dodnes jsou v některých městech poměrně nepřehledné, tratě jsou vedeny i souběžnými ulicemi nedaleko od sebe. Typickými příklady jsou sítě v Praze a v Brně, kde také v minulosti docházelo k rušení souběžných úseků, v Praze nadto i kvůli výstavbě metra (Fojtík, 2003). Ze zahraničí lze uvést např. Varšavu či Vídeň. Tyto sítě mají zpravidla i historickou kontinuitu a jejich počátky se kladou do 19. nebo počátku 20. století.

Dalším typem jsou **jednoúčelové sítě**, které jsou zpravidla výrazně kratší (někdy jsou tvořeny dokonce jen jednou tratí) a neobsluhují všechny důležité přepravní relace města, protože jsou určeny pro spojení ke konkrétnímu výraznému cíli. V minulosti se jednalo také o zmíněná spojení měst a odlehlých železničních stanic (Jihlava, Mariánské Lázně v podmínkách ČR). Nevýhodou těchto sítí je jejich nedostatečná role ve městě a v případě omezení přepravních proudů do příslušného cíle síť postrádá smysl a její existence je beze změn ohrožena. Typickým příkladem v ČR je síť Mostu a Litvínova, určená převážně pro spojení obou měst s mezilehlou továrnou, pro pohyb ve městech samých je ale její význam omezený. Podobnou pozici měla také zmíněná síť (trať) v ruském Ust'-Ilimsku, která byla v důsledku poklesu poptávky zrušena. Jako příklad větší jednoúčelové sítě může sloužit ruské město Volžskij, kde tramvaje spojují obytné celky s tovární oblastí, přičemž se ale vyhýbají centru města samého (Tvarůžek a Kúdela, 2016a). Jednoúčelové sítě mohou být stavěny buď klasicky v uličním provozu, ale mnohem častěji je pro ně typické použití stavební preference – vlastní těleso apod.

Pokud je taková trať postavena v moderních parametrech, může se jednat o přesah do systémů **rychlodrážních tramvajů**, které nemají jednotné parametry a v různých jazycích se pro ně používají různé názvy. Český název „rychlodrážní tramvaj“ má analogii v polském „szybki tramwaj“, ekvivalentem je Stadtbahn v německém prostředí, nebo dokonce také již uvedený rozšířený význam slova U-Bahn, kde jde ale pouze o tramvaj splňující některý z technických parametrů metra, v angličtině se používá název light rail, na rozdíl od klasického metra označovaného spojením heavy rail, jak bylo již také uvedeno. Přesná definice ale neexistuje a síť tohoto typu se od sebe velmi liší. Někdy jde o výstavbu na zelené louce (nový systém ve francouzském Rouenu), někdy jde pouze o přestavbu původní sítě do lepších parametrů (Frankfurt am Main). Souhrnně lze říci, že rychlodrážní tramvaje disponují vlastní dopravní cestou, která je někdy zabezpečena dalšími preferenčními prvky na křižení, někdy se vyskytuje delší docházková vzdálenost od zástavby, někdy je část tratí vedena v tunelu, výjimečně se ale používá pro celou síť některý z železničních systémů zabezpečení provozu, čímž tyto sítě nadále zůstávají formálně tramvajemi. Provozně pak rychlodrážní sítě vykazují logicky vyšší přepravní rychlost a měly by mít také vyšší kapacitu za použití kapacitnějších vozidel.

V praxi může být buď celá síť přebudována do standardu rychlodrážní tramvaje (U-Bahn ve Frankfurtu), nebo je přebudována pouze část a pak jsou buď formálně rozlišovány v zásadě dvě sítě (Hannover v Německu), nebo má charakter rychlodrážní pouze část sítě bez zvláštního označení a speciálního linkového vedení (některé úseky v Brně, polský Szczecin). Obecně je u systému rychlodrážní tramvaje cílem pokrýt všechny klíčové přepravní relace ve městě, v případě, že jde pouze o vybrané úseky, pak jde o úseky se silnými přepravními proudy.

Specifickým systémem je **premetro**, tramvajová trať postavená s vizí budoucí přestavby na plnohodnotné metro, systém zavedený v Belgii, ve fázi premetra se jedná o úseky vybudované ve standardu metra, ale napojené na běžnou tramvajovou síť a obsluhované běžnými linkami vedenými jen částí trasy v premetru s tím, že do budoucna dojde k přestavbě, a tedy zásadní změně linkového vedení, budoucnost ale může mít horizont i desítky let, tak jako je tomu v Bruselu.

Klasické sítě **interurbans** dnes prakticky již vůbec neexistují, s výjimkou Katowic, kde tratě spojují jednotlivá města a obce v oblasti, vzhledem k nízké propustnosti a velkému podílu jednokolejných tratí je její význam ale omezený, a částečně sítě v Lille, která již ale nemá ryzí charakter interurbans. Spíše u některých sítí lze hovořit o jednotlivých tratích interurbans – včetně trati Liberec – Jablonec.

Obecně se tyto typy sítí liší také kapacitou a cestovní rychlostí. Cestovní rychlost v městských sítích se pohybuje kolem 20 km/h, závisí na stupni preference, u rychlodrážních tratí může být vyšší, podobně jako u tratí jednoúčelových, pokud mají vlastní těleso a větší vzdálenost zastávek. Ta se v městském provozu pohybuje v řádu stovek metrů, ale na rychlodrážních úsecích, v meziměstském provozu či na jednoúčelových úsecích může být i v řádu jednotek kilometrů. Kapacita je dána jednak intervalem, jednak použitými vozidly, nicméně horní hranice se pohybuje kolem 20 000 cestujících za hodinu na trase v jednom směru, u jednokolejných tratí je řádově nižší, což v méně osídlených oblastech nevádí. Z pohledu ekonomického je záhodno na tratích provozovat tramvaje v relativně krátkých intervalech, aby se dostatečně využily fixní náklady vložené do tratí, nicméně opět při slabé poptávce může být interval i vyšší. Mohlo by se zdát, že při dlouhých intervalech a malé kapacitě vozidel je výhodnější trať zrušit a nahradit autobusem, vždy ale záleží na místních podmínkách a přístupu dopravce a města a i takové tratě jsou udržovány a modernizovány, neboť primární investice již byla vynaložena (linky 3 a 4 v Szegedu).

V souvislosti s typem sítě je třeba zmínit také možné **role**, které v přepravní práci města tramvaj může vykonávat a **charakteristiku linek**, možné varianty trasování budou zmíněny dále.

Pokud jde o přepravní roli, je třeba rozlišit dvě základní vstupní situace: v první z nich tramvaj je kvalitativně nejvyšším dopravním prostředkem ve městě, ve druhé není a tuto pozici má metro, případně nějaká forma železniční dopravy. V případě, že **tramvaj je kvalitativně nejvyšším dopravním prostředkem** města a doplňují ji autobusy, případně trolejbusy, a současně jde o jiný druh sítě, než jednoúčelová, měla by mít tramvaj roli **páteřní**, tedy obsluhovat klíčové směry s největší poptávkou, autobusy, ev. trolejbusy by ji měly doplňovat, nikoliv být vedeny souběžně, mohou na tramvaje v uzlových bodech i navazovat. To předpokládá dostatečné rozvinutí tramvajové sítě, pokud některé relace nejsou zakolejovány, je vhodné stavět nové tratě. V těchto situacích by měly tramvajové linky mít charakter radiální či diametrální. **Diametrální** linka je taková, která spojuje okrajové oblasti přes střed města, **radiální** linka také vychází z okrajové oblasti města, ale je ukončena v centru. Klíčové pro tuto definici je, zda cestující po výstupu z takové linky jsou nuceni v drtivé většině případů použít přestup na další dopravní prostředek, v centru se předpokládá, že poměrně velká část cestujících tam svou cestu končí. Zejména ve velkých městech je obtížné rozlišit přesně charakter trasování (posléze budou uvedeny i další varianty), protože záleží na definici centra města. Např. v Paříži není žádná linka podle této definice považována za radiální, ani za diametrální, přestože velká část linek prochází hustě zastavěnými oblastmi a velký podíl cestujících nepokračuje dalším dopravním prostředkem, za centrum je tam ovšem považováno historické území Paříže, kam žádná linka nezajíždí. Paříž však patří do druhé skupiny, kdy tramvaj není kvalitativně nejvyšším dopravním prostředkem.

Především v situacích jednoúčelových sítí tramvaj pokrývá sice významný přepravní proud, ale zpravidla pouze jeden, a to ještě často specifickým charakterem dojíždění (počátek

a konec směn apod.), proto zde lze popsat roli tramvajové dopravy spíše jako **doplňkovou**, neboť doprava ve městě by bez ní mohla relativně bez problémů fungovat – typické pro severočeský Most. Takové linky pak mohou být jak radiální, či diametrální, ale také napájecí či tangenciální. **Napájecí** linka je taková, která spojuje konkrétní oblast města s uzlem, kde lze přestoupit na jiný, páteřní dopravní prostředek. Základním předpokladem takové linky tedy je, že většina cestujících svou cestu v daném uzlu nekončí, ale bude pokračovat návaznou dopravou, nejčastěji metrem či vlakem. Proto tento charakter linky není pro tramvaj v pozici nejvyššího dopravního prostředku typický, ale nelze ho vyloučit v situaci, kdy dochází k přestupu mezi různými tramvajovými linkami, z nichž jedna je vedena např. do průmyslového areálu a má tak zásadně odlišné intervaly – např. rumunská Brăila. Častější je v těchto případech **tangenciální** charakter, jenž představuje spojení okrajových oblastí města mimo centrum. Jde o velmi efektivní urychlení cest velkých skupin cestujících, bohužel v případě napojení průmyslových areálů by bylo vytížení tratě pouze nárazové a tedy zpravidla neefektivní. Pro velké počty cestujících se ale vyplácí. Typické je ruské město Volžskij, které bylo již zmíněno (Tvarůžek a Kúdela, 2016a).

Pro úplnost je třeba ovšem dodat, že napájecí linky se mohou vyskytovat pochopitelně i ve městech s jinou, než jednoúčelovou sítí, opět jde o místa, kde leží z pohledu dojíždění specifické cíle – např. Daugavpils v Lotyšsku či krymská Jevpatorija s napájecími linkami vedenými k rekreačním areálům, v rozsáhlých sítích se mohou vyskytovat i tangenciální linky, zde ale záleží zejména na definici centra města, to se ale týká především měst, kde kvalitativně nejvyšším dopravním prostředkem je metro.

V takových městech (pro úplnost je třeba dodat, že vyšším dopravním prostředkem může být i železnice (rychlodráha) pak existují tři základní varianty role tramvajové dopravy. Jedna z nich je analogická prvé skupině, a sice role **doplňková**, kdy tramvaj vytváří pouze malé procento přepravní práce MHD, a to buď kvůli masivnímu rušení bývalé sítě tak, že z ní zbylo pouze torzo (Stockholm, kde existuje v dnešní době pouze jedna linka klasické tramvaje, naproti tomu tři větvené trasy metra), nebo vznikají i nové provozy, ale pouze s omezeným rozsahem (řada čínských měst). Role tramvaje je tak velmi omezená a hrozí relativně velké nebezpečí jejího zrušení.

Výrazně rozšířenější je role **napájecí**, kdy jsou tramvajové trati a linkové vedení přizpůsobeny vedení tras metra tak, aby byly vedeny přednostně k zastávkám metra, kde je většinou realizován přestup, vedle toho mohou existovat také vybrané radiální, nebo dokonce diametrální linky, ty ale nepřevažují. Většina cestujících tramvají tak musí přestupovat na metro. Síť může být dokonce v některých částech nepropojená nebo propojena pouze manipulačně, bez pravidelných linek pro cestující. Vhodnými příklady pro toto uspořádání je Vídeň nebo Budapešť. Ve Vídni existuje centrální okruh v centru města, k němuž dojíždějí nebo po něm částečně vedou některé linky, řada linek ale do centra vůbec nezajíždí a jsou ukončeny u zastávek metra dále od centra, v Budapešti je podíl linek ukončených dále od centra ještě vyšší. Historicky se tyto provozy většinou vyvíjely tak, že tramvaj pokrývala celé město, po výstavbě metra byly ale souběžné úseky rušeny, takže došlo k roztrhání tramvajové sítě a vzniku relativně oddělených dílčích sítí. Podobný vývoj probíhal v minulosti také v Praze, kde jedna z plánovacích verzí počítala s redukcí tramvají na napájecí charakter, od roku 1990 ale při výstavbě metra již souběžné úseky rušeny nebyly, takže Praha se do tohoto uspořádání nedostala. Linky v tomto případě převažují napájecí a radiální (ve směrech, kde není metro), výjimečně jsou tangenciální a diametrální, někdy se zavádí ještě pojem linka

okružní či polookružní, pokud se celou svojí trasou pohybuje v centru města (jde tedy o období tangenciální linky, ale v definovaném centru města. Příkladem okružní linky byly linky 1 a 2 v původním vídeňském schématu, které se pohybovaly proti sobě na centrálním okruhu, který neopouštěly, za polookružní lze považovat budapešťské linky 4 a 6 objímající širší centrum města.

Rušení souběžných úseků při výstavbě nových tras metra bylo masivní také v Petrohradu (nicméně rušení v centru probíhalo i kvůli uvolňování prostoru pro IAD), také tam byl ale trend v nedávné minulosti již opuštěn, nicméně v důsledku rušení nabyla tamní síť také role napájecí.

Napájecí role mohla vzniknout také opačným procesem, kdy dávný tramvajový provoz byl zcela zrušen a nahrazen metrem a v pozdější době byla tramvaje obnoveny, ale již v jiné podobě – typickým příkladem je již zmíněná Paříž. Tam jsou všechny linky (v současnosti 1–11) v tomto smyslu řazeny mezi napájecí nebo tangenciální, napájecí na konečných stanicích blíže Paříži navazují na metro či vlak, naproti tomu linky 3a a 3b vedené po obvodu historického města jsou považovány za tangenciální, podobně jako linky 1, 2 a 4 procházející předměstími, u linky 1 severními, v případě linky 2 západními a u linky 4 východními předměstími, vždy ale po obvodu města (Groneck, 2020). Specifikem Paříže je, že prakticky všechny linky kromě 3a a 3b vedou zcela mimo historické území města a až na výjimky mezi sebou nejsou vůbec propojeny a díky hustému osídlení i tangenciální linky vykazují značné počty cestujících – jde tak spíše o formální charakter linky, než o vyjádření dopravního významu. Proto lze také Paříž řadit formálně mezi města s napájecí rolí tramvaje, nikoliv doplňkovou.

Třetí variantou pro města s tramvají a metrem je role **nezávislé sítě**, což znamená, že provozně může být tramvaj s metrem propojena (návaznosti, částečně i linkové vedení), ale v zásadě může tramvajová síť pro cestující fungovat nezávisle, tedy v hypotetickém případě, kdy bude metro mimo provoz, nebude se muset charakter tramvajového provozu měnit a cestující se dostanou relativně bez problémů do cíle. V praxi tato zdánlivě hypotetická situace nastala v Praze roku 2002 v době povodně a po ní, kdy zprvu metro v centru města nejezdilo vůbec, takže veškerá „dálková“ doprava přes město byla realizována pouze tramvajemi (a částečně autobusy). Přestože kapacitně samozřejmě o plnohodnotnou náhradu nešlo, z pohledu trasování tramvajová doprava fungovala jako náhrada bez potíží. To bylo zásluhou výše uvedeného trendu nerušení souběžných úseků po roce 1990. Pokud by k podobné situaci došlo ve Vídni či Budapešti, tramvaje by kvůli chybějícím úsekům roli metra plně převzít nemohly a z některých oblastí by bylo nutné nasadit jako pokračování tramvaje autobusy (ve Vídni oblast Kagranu a Seestadt na druhém břehu Dunaje, v Budapešti celá severní část města, kde je při rekonstrukci tamní linky metra v provozu náhradní autobusová doprava v intervalu 1 minuta). Také v těchto městech došlo později k přehodnocení trendu rušení souběžných úseků, v Budapešti při otevření čtvrté linky metra nebyla zrušena v části její trasy zcela souběžná trať tramvaje, ani ve Vídni již nedochází vždy k likvidaci souběžné tramvajové tratě.

Typickým příkladem této situace je kromě Prahy také Varšava, kde obě sítě existují nezávisle na sobě a vyskytují se poměrně dlouhé zcela souběžné úseky metra a tramvaje. Je to dáno poměrně pozdním rozvojem metra (první úsek byl otevřen až roku 1995, a to ještě v zásadě mimo dosah tramvajové sítě), a tedy změnou náhledu, kdy se začalo ze zkušeností

ukazovat, že striktní rušení souběžných úseků není vždy vhodné. Mimoto varšavské metro je dosud poměrně krátké a jeho výstavba je nyní orientována spíše na oblasti s malou hustotou tramvajové sítě, takže dochází spíše k náhradě autobusových spojení; mimoto vznikají i nové tramvajové tratě, protože jejich výstavba je řádově levnější než u metra. V situaci nezávislé role tramvajové dopravy naopak převažují linky diametrální, případně radiální, v menšině jsou tangenciální (podle definice centra města) a spíše výjimečně se vyskytují linky napájecí. Např. v Praze se v bezvýlukovém linkovém vedení napájecí tramvajové linky nyní vůbec nevyskytují.

Specifické jsou sítě s premetrem (Brusel), kde lze v zásadě hovořit o síti nezávislé, ovšem situace je komplikovaná premetrouseky v tramvajové síti, podobně se těžko zařazují do systému vlakotramvaje, ty jsou dnes ale spíše v menšině (Lyon).

1.5 Typy linkového vedení

Do značné míry s typem sítě a charakterem linek souvisí také použité linkové vedení, to je ale ovlivněno i obecným přístupem a historickými souvislostmi, často vycházejícími tradičně z nepřestupného tarifu a tedy potřebě směrové nabídky na jednotlivých trasách, přestože tarif je často už přestupný. Tak lze rozlišit přístup např. v Polsku a v Maďarsku (bude podrobněji popsáno dále), kdy v Polsku se používá často nepřehledné linkové vedení, v extrémním případě jezdí přímé linky z každé konečné na každou, v Maďarsku je naopak upřednostňováno vedení co nejmenšího počtu linek na jedné trase a většího využívání přestupů.

Na začátku je třeba přesně definovat často používané pojmy, a sice linka a trasa. **Trasa** (trať) je konkrétní kolejový úsek od konečné zastávky ke křižovatce (kolejovému rozvětvení či křížení), jde tedy o **pojem infrastrukturní**. Zejména v minulosti se v češtině používal běžně pojem „stavební trať“. Naproti tomu **linka** je **pojem provozní** a představuje soubor konkrétních spojů vedených pod jedním licenčním číslem po přesně definované trase mezi konkrétními konečnými zastávkami (nemusí ale být použity pouze dvě konečné zastávky, část spojů může být ukončena na mezilehlé konečné zastávce apod.). Spojem je pak míněna jedna jízda mezi příslušnými konečnými zastávkami zavedená v jízdním řádu, může být označen i číslem spoje (to je v MHD zpravidla neveřejné, na rozdíl od železnice). Jak ale bude uvedeno v kapitole o metru, mohou tyto pojmy splývat a tím vytvářet zmatení v terminologii.

V reálu pak existují dvě koncepce na opačných stranách spektra, a to již zmíněný koncept používaný např. v Maďarsku nebo ve Francii, tedy **jedna trasa = jedna linka**, a koncept **směrové nabídky**, kdy je snahou propojit přímými linkami více konečných, to pak znamená, že na jedné konečné je ukončeno více linek, které na své cestě do cíle přecházejí na různé trasy, kde se setkávají s jinými linkami. Obecně nelze jednoznačně říci, který koncept je lepší, neboť závisí na mnoha faktorech. Mezi ně patří již uvedený historický tarifní systém, ale také hustota sítě, obecně její charakter (např. jednoúčelovost), možnosti variantních tras (tedy existence kolejových propojení a křižovatek, kdy ve Varšavě na řadě křižovatek nelze variantně měnit směr, protože kolmé směry se křížují bez výhybek) či riziko zpoždění nebo pravděpodobnost vzniku mimořádných událostí. K tomu také přistupuje trend zavádění taktového jízdního řádu (hodnota intervalu je taková, že během jedné hodiny jede vždy stejný počet spojů ve stejné minuty, a to po celé příslušné období – nejčastější taktová řada je 3'45'' – 7'30' – 15' – 30' – 60', mimo MHD pak ještě doplněna hodnotou 120, nebo dokonce 240 minut. V konkrétním případě je třeba zvážit všechny tyto faktory a rozhodnout

o zvoleném systému linkového vedení. Dnes je trendem spíše jeho zjednodušování, a tedy zvyšování počtu přestupů, neplatí to však vždy.

Historicky existoval tarif zásadně nepřestupný, což bylo dáno někdy i rozdílnými provozovateli jednotlivých tramvajových linek, tudíž v takové situaci je vhodné preferovat uspořádání se směrovou nabídkou. To má ale provozní vliv takový, že intervaly na jednotlivých linkách na dané trase mohou být neúnosně vysoké, takže někteří cestující budou stejně volit cestu s přestupem, zejména pokud disponují předplatnými jízdenkami. Druhý záporný provozní vliv spočívá v obtížné koordinaci prokladů při rozdílných intervalech na linkách na jedné trase a jejich řešení na navazujících trasách, tedy proklady⁴ s jinými linkami, to se dá částečně vyřešit stanovením jednotných intervalů na všech linkách (např. v Praze ve špičce pracovního dne 4, resp. 8 minut), bezvadné řešení ale může být znemožněno kvůli charakteru sítě, délce jednotlivých úseků apod., takže ve složité síti typu pražské nelze prokladů na všech úsecích při tomto systému vůbec dosáhnout. K tomu přistupuje v případě málo kapacitních konečných zastávek problém s předjížděním vozidel různých linek, pokud jsou na linkách různé intervaly nebo různé doby přestávky na konečné – typický případ dnešní jednokolejné podoby smyčky Divoká Šárka v Praze, kde v případě ukončení dvou linek musí vozidla odjíždět ve stejném pořadí, v jakém přijela, takže je třeba koordinovat dobu přestávky, nicméně případné zpoždění, které může vzniknout pouze na jedné lince kvůli tomu, že přijíždí z jiné trasy, je neřešitelné zcela. Proto lze obecně říci, že směrová nabídka je vhodná tehdy, pokud jsou dostatečné kapacitní možnosti na obratištích (týká se jak smyček, tak kolejových přejezdů), míra dodržování jízdních řádů je vysoká a síť není příliš složitá.

Velmi vhodná je směrová nabídka u jednoúčelových sítí, případně částí sítě, které jsou jednoúčelové, protože to lze vhodně přizpůsobit požadavkům zdrojů dopravy – typické pro rumunské Galați, kde byly do železáren vedeny linky ze všech částí města nezávisle na ostatním provozu.

Víceméně všechny nevýhody směrové nabídky odstraňuje koncept jedna trasa = jedna linka, pokud je na konečné ukončena jediná linka, odpadá problém s předjížděním či zpožděním, v případě vhodných obratišť lze dokonce realizovat i přestávky řidičů s vozidly (viz dále), pokud je na jedné trase provozována jedna linka, bude mít pravděpodobně relativně krátký interval, což je pro cestující pohodlné, a pokud bude v celé síti zaveden jednotný interval, jsou poměrně snadno řešitelné i proklady. Také situace, kdy z různých důvodů není jednotný interval vhodný, je lépe řešitelná právě tímto způsobem, ačkoliv pak je třeba rezignovat na trvalé návaznosti při přestupech. Jedna linka = jedna trasa je ideální pro přestupný tarif. Naopak zde lze definovat i poměrně zásadní nevýhody, klíčové je, že při problému kdekoliv na trase při neexistenci variantního propojení (nebo mezilehlého ukončení) dojde k přerušení provozu na celé trase, protože není druhá linka, která by přicházela z nepostižené trasy. Také pro některé skupiny cestujících může být nekomfortní přestupovat při každé cestě, přestupy je třeba alespoň optimalizovat v rámci možností (přestup hrana-hrana, maximálně krátké přecházkové vzdálenosti aj.). Také lze spíše výjimečně realizovat tento koncept v ryzí podobě, zpravidla se tak stává pouze v nově vznikajících či malých provozech, ve většině případů dochází alespoň v části tras k souběhu linek a tudíž

⁴ proklad - situace, kdy je koordinován interval více linek na jedné trase tak, aby nejezdily spoje více linek ve stejnou dobu, např. při dvou linkách a intervalu 10 min odjíždí spoje střídavě v souhrnném intervalu 5 min nebo alespoň ve střídavém intervalu 4' - 6'

potřebě řešit proklady, případně situaci na konečných apod. Typickým případem absolutního uplatnění tohoto konceptu je Paříž, což je dáno mj. i nepropojením linek jak provozním, tak z pohledu infrastruktury vůbec, každá linka má separátní trasu, v případě Paříže lze ale obtížně hovořit o síti v klasickém slova smyslu, protože jednotlivé linky leží i několik km od sebe. Jako příklad skutečné sítě v tomto smyslu s použitím konceptu $1=1$ může sloužit jiné francouzské město Bordeaux, kde dochází k souběhům linek na úsecích o délce v řádu nižších stovek metrů, navíc v centru města, v zásadě i Liberec, pokud se linky vedené po téže trase pod jiným číslem ukončené na mezilehlé konečné v provozním smyslu považují za jednu linku (5 do Vratislavic a 11 do Jablonce). Mnohem častější je situace s ojedinělými souběhy, v podmínkách ČR např. Plzeň, kde část trasy sdílejí linky 1 a 2, zatímco linka 4 se s nimi pouze křížuje. Podobná situace panuje v Maďarsku, které bylo uvedeno jako příklad uplatňování konceptu $1=1$, nicméně ani v jednom městě není uplatněn v ryzí podobě, navíc Budapešť jde v poslední době v některých oblastech spíše směrem směrové nabídky.

Ačkoliv nelze říci, že jeden z těchto konceptů je jednoznačně výhodnější, navíc jak již bylo uvedeno, zpravidla doprava funguje v hybridním konceptu, ve většině případů je vhodnější využít systém blížící se konceptu $1=1$, byť v čisté podobě spíše výjimečně. To lze dokumentovat také některými městy v ČR, především Brnem, kde do roku 1995 byl provozován nepřehledný systém 22 linek se směrovou nabídkou, dlouhými intervaly a řadou linek provozovaných pouze ve špičkách pracovního dne a v uvedeném roce byl nahrazen zcela novými 13 linkami, kdy na jedné konečné byla ukončena jen jedna, někdy dvě linky (do té doby i pět, ačkoliv příslušné smyčky disponovaly např. jen dvěma kolejemi) za silného zkrácení intervalů, aby byla zachována přepravní kapacita. Systém se osvědčil a v průběhu let došlo k další optimalizaci, kdy při stejné přepravní kapacitě je dnes (v roce 2023) provozováno jen 11 linek, většina v krátkých intervalech takových, že není třeba z pohledu cestujícího ani sledovat konkrétní jízdní řád a řešení návazností postrádá smysl. Podobným směrem se ubírá, zatím ve stádiu příprav také Ostrava, pod marketingovým názvem Metro 2.0 (Očadlý, 2023), kdy by měl být vytvořen systém relativně malého počtu linek s krátkými intervaly v celé, poměrně složité síti. Podobný proces jako Brno absolvovala Bratislava, kde z původního stavu 13 linek v roce 2005 s intervaly 10–15 minut došlo k redukci na 5 linek se špičkovým intervalem 4 minuty při udávaném zachování přepravní kapacity. Výhodou pro dopravce je také efektivnější využití vozidel a řidičů.

1.6 Označování linek

S použitým konceptem linkového vedení volně souvisí také zvolený označovací systém, zpravidla v rámci celého města, dopravce apod. Obecně je vhodné v rámci tvorby označovacího systému použít takovou kombinaci kritérií, aby cestující na první pohled poznal z označení všechny klíčové informace o lince. Mezi ně se zařazuje ve většině případů právě dopravní prostředek, často také období, kdy je linka v provozu a další charakteristiky linek, např. zda jde o linku pravidelnou, náhradní, provozovanou pouze ve špičkách pracovního dne apod., využívá se také územní hledisko, např. v Praze ve smyslu linky na území města/přecházející do okolí nebo vedené zcela mimo Prahu, což může být konkretizováno i na určenou oblast, např. v Jihomoravském kraji je počáteční číslice regionální linky určena podle světové strany od Brna. Označení může být odlišeno také podle toho, zda jde o linku diametrální, napájecí apod., v některých městech existuje ještě linková síť tzv. překryvná, což představuje v zásadě zrychlené linky vynechávající některé zastávky určené k rychlejší cestě do vybrané oblasti, např. sídliště, překryvné linky mohou být dále ještě rozlišeny např. podle

toho, zda jsou v provozu celodenně celotýdně nebo jen v některá období dne. Z toho je vidět, že pokud by byla dovedena do důsledku snaha v označení linky zohlednit všechny myslitelné parametry, byl by zejména ve velkých městech systém pro cestující krajně nepřehledný. Opačným extrémem je situace, kdy budou čísla či jiná označení linkám přidělována v jednotné řadě bez ohledu na jakýkoliv provozní parametr, což je sice velmi jednoduché, ale cestujícím to neposkytuje ani minimum vhodných informací. V konkrétním případě je nutné, zejména u větších měst, zvolit kompromisní systém, který bude obsahovat z pohledu uživatele kombinaci relevantních provozních parametrů. Tento předpoklad je u tramvají naplněn, protože ty se vyskytují právě ve větších městech.

Tradiční bývá použití čísel v jedné nebo více číselných řadách, používají se také písmena, případně kombinace čísel a písmen.

Co se tramvají týká, je většinou snaha vyhradit jim v označovacím systému oddělenou oblast. Pokud se používají výhradně čísla, dostávají tramvaje konkrétní číselnou skupinu, buď počínaje číslem 1, nebo se použije skupina se shodnou počáteční číslicí, kde se jiné dopravní prostředky nevyskytují. V České republice se tradičně používá varianta nejnižších čísel v řadě, kdy se v rámci této skupiny ještě použijí další kritéria. V Praze je tramvajím společně s trolejbusy vyhrazena skupina jedno- a dvojciferných označení, kdy pravidelné denní linky mají číselnou skupinu 1–29, pravidelné noční linky 90–99, výlukové linky 30–39 a speciální linky 40–49. Zbývá čísla patří trolejbusům, případně tramvajovým linkám, které budou výhledově přejíždět hranice města. Brno vyhradilo tramvajím čísla 1–19, přičemž noční tramvaje neexistují a výlukové linky používají kombinaci písmene X a čísla. Podobný princip využívá také Ostrava, kde jsou ale čísla 18 a 19 vyhrazená nočním linkám, což může přehlednost komplikovat. V obou městech existují také příměstské tramvajové linky s odlišným tarifem, to ale není v označovacím systému nijak zohledněno, to může také cestujícím situaci zkomplikovat. Jednociferné označení pro tramvaje používá Liberec, přičemž příměstská linka do Jablonce má číslo 11, bohužel hned číslem 12 navazují autobusy – bylo by asi vhodnější udělat silnější dělicí čáru. Jednociferně označují tramvaje i Plzeň, Olomouc a Most, v případě Mostu je ale problém v tom, že jednociferné označení mají i autobusy, přestože tramvaje končí číslem 4 a od 5 následují autobusy. Obecně lze ale říci, že systém označování tramvají je velmi podobný a jeho podrobnost dále závisí především na velikosti sítě, tramvaje jsou vždy na počátku číselné řady.

Počáteční číselnou řadu používá také Budapešť (1–69), pak následují trolejbusy, problém ale je, že číselná skupina 1–99 obsahuje i autobusy bez odhadnutelného smyslu, takže jde o systém nepřehledný. Analogicky Mostu se označují linky v Szegedu. Varšava používá podobný systém jako Praha, tedy jedno- a dvojciferná čísla, autobusy mají až trojciferná označení apod.

V některých městech mají tramvaje vyhrazenou jinou číselnou skupinu, v kanadském Torontu jsou to linky s označením 5xx u denních a 3xx u nočních linek, v některých městech Rumunska mají tramvaje k dispozici číslo v podobě 1xx, nikdy ale nemůže dojít v těchto případech k záměně s jiným dopravním prostředkem, podobně jako ve švýcarském Neuchâtelu, kde jediná tramvajová linka počíná číslicí 2, kdežto ostatní linky MHD začínají číslicí 1 nebo 4.

Jiná metoda odlišení je možná, pokud se vedle čísel používají i písmena, tím pak lze rozlišit tramvaje a jiné dopravní prostředky. V Innsbrucku mají tramvaje čísla a autobusy

písmena, ve francouzském Bordeaux nebo Tours je tomu opačně, vždy je to vedeno snahou tramvaj jednoznačně odlišit. V jiném francouzském městě Strasbourg používají tramvaje písmena, nicméně pro autobusy jsou určena jak písmena (páteřní linky), tak čísla (méně významné linky).

Řada evropských měst ale používá kombinaci písmen a čísel, kde je škála variant pestrá, aby byla zachována přehlednost, je vhodné zkombinovat u každého dopravního prostředku vybrané písmeno plus číslo, tak jako v Paříži, kde metro používá kombinaci M plus číslo, tramvaj T plus číslo a autobus číslo bez předřazeného písmene, analogicky v dalších francouzských městech, kdy je často použita právě varianta T plus číslo linky, kdežto autobusy mají pouze číslo nebo písmeno. Podobně v maďarské Miskolci mají tramvaje číslo plus písmeno V⁵, kdežto autobusy pouze číslo. Komplikací je, pokud se rozlišují pomocí písmen ještě další parametry, pokud je ale zvolený systém přehledný, může to být výhodou – v Berlíně mají linky metra označení U plus číslo linky, běžné tramvajové linky číslo bez písmene a tzv. metrolinky M plus číslo linky (jde o tramvajovou linku s kratším intervalem 5 nebo 10 minut, zatímco ostatní tramvajové linky mají interval 20 minut).

Specifické bývá označování linek v některých postsovětských státech, kde každý dopravní prostředek má svou číselnou řadu, ovšem zpravidla vždy počínající číslem 1, takže se ve městě může vyskytovat tramvajová linka 1, trolejbusová linka 1 i autobusová linka 1, vždy ale bez speciálního označení – tento systém je pak pro náhodné cestující velmi uživatelsky nepřívětivý.

Samostatnou kapitolou je větvení linek, které není sice u tramvajů tak časté jako u autobusů v rámci MHD, přesto se ale vyskytuje. Otázkou pak je, zda pro různé větve použít shodné označení linky, což může být matoucí pro uživatele, nebo spíše jiné označení, což systém zpřehledňuje, nebo jde proti psychologickému momentu ve vztahu k cestujícím, kdy je lepší mít linky s atraktivním krátkým intervalem než více linek s intervaly delšími, které jedou ve stejném směru. Opět neexistuje jediné správné řešení, např. ve Francii se více uplatňuje metoda jednoho označení pro větvené linky (pařížská linka T8 se dvěma větvemi na severní straně linky, linka A v Bordeaux, která má dvě větve dokonce jak na severní, tak na jižní straně), jinde se používá systém více čísel pro velmi podobné trasy, typické pro Polsko nebo Rumunsko. Analogické, ale jednodušší je, pokud je část spojů ukončena po trase dříve. Také zde je možné využít obě možnosti označování, v České republice se v tomto případě preferuje jedno číslo linky pro různé varianty trasy, v Praze je to např. linka 22 se dvěma konečnými na obou stranách trasy, jinde se využívají spíše odlišná označení, a to buď zcela jiné číslo, nebo kombinace označení. V Budapešti existují na jedné trase linky 51 a 51A, která je ukončena po trase dříve, v rumunské Brăile jezdí po stejné trase linky 24 a 25. Opačným extrémem je Most a jeho linky 1 a 4, které mají v odpolední špičce zcela shodnou trasu a zastávky, přesto jde formálně stále o dvě linky.

Obecně lze tedy shrnout, že je vhodné v označování jednoznačně vydělit tramvajové linky, možnosti jsou velmi pestré a ve většině případů tomu tak v praxi i je, byť někdy je použitý systém zbytečně komplikovaný, extrémem v počtu linek jsou některá rumunská či polská města, např. v Aradu na relativně jednoduché síti je v provozu 14 linek, které se někdy liší jednou zastávkou a některé z nich jsou provozovány jednou až dvakrát denně. V některých

⁵ zkratka pro villamos, maď. doslovně elektrika, srv. dřívější označení pražské elektrické dráhy

případech je ale označování nedostatečné – viz např. situace v Kyjevě, kde existuje autobusová, trolejbusová i tramvajová linka č.5.

1.7 Ekonomický pohled na tramvajovou dopravu

Jak bylo uvedeno v kapitole o historii tramvají, v dobách vzniku neexistovala srovnatelně efektivní alternativa v podobě silniční dopravy, ani jiné, proto se některé sítě rozvinuly do rozsáhlé podoby s úseky, které již v době svého vzniku nebyly vůbec ekonomicky opodstatněné. Obecně se tramvajová (ale i železniční doprava a metro) liší od silniční ve dvou aspektech – je v zásadě nevyužitelná pro individuální dopravu, na rozdíl od silnic, a má zásadně odlišný podíl fixních a variabilních nákladů. Kolejová doprava vykazuje velké fixní náklady, včetně investičních, naproti tomu náklady variabilní jsou relativně nízké, resp. rostou pomalu. Z toho důvodu je vhodné stavět tramvajové tratě ve směru silných a pravidelných přepravních proudů, aby byly tratě trvale dostatečně využity, nikoliv nárazově. Problémem jsou tratě jednoúčelové, kde je využití naopak založeno na nepravidelném provozu, což ovšem má být kompenzováno velmi silnými přepravními proudy.

Zdánlivě neefektivní je nasazování málo kapacitních vozidel, reálně to ale v rozporu není, neboť fixní náklady zůstávají bez ohledu na počet spojů a typu vozidel, které úsekem projedou, je tedy z tohoto pohledu jedno, zda projede menší tramvaj dvakrát za hodinu, kapacitní tramvaj jednou za hodinu či kapacitní tramvaj každých 10 minut. Jinou otázkou je, jakým způsobem se pak fixní náklady přiřazují reálnému dopravnímu výkonu, to ale není v přímé souvislosti s obecnou efektivitou provozu. Klíčové je dostatečné využití infrastruktury, ke které jsou přiřazeny fixní náklady bez ohledu na konkrétní počet spojů. Někde (např. v Německu v menších městech) tramvaje ukončují provoz již v časných večerních hodinách a později jsou nahrazeny autobusem, takže je dosažena úspora v samotných provozních nákladech, neboť náklady na provoz autobusu jsou nižší než u tramvaje, na druhou stranu ale fixní náklady na infrastrukturu se rozdělí na nižší počet ujetých vlakových km tramvají, takže tramvaj se stane ještě dražší na ujetý km a tím pádem ještě méně ekonomickou. Důležitá je tedy úvaha o jiných efektech než jen ekonomických, především je třeba zohlednit dopad na životní prostředí, pravděpodobně vyšší rychlost a plynulost při uplatnění výše popsaných metod preference, případně i těžko měřitelné efekty jako zlepšení kultury cestování, nižší hlučnost či celkové zlepšení uličního prostoru apod. To lze zhodnotit např. pomocí CBA analýzy (Brůhová Foltýnová, 2022).

Vedle otázky infrastruktury hraje velkou roli v nákladech také pořizovací cena vozidla. Kolejová vozidla mají obecně velmi dlouhou fyzickou životnost, která se pohybuje ve vyšších desítkách let a současně milionech ujetých kilometrů. Výrazně kratší je ale jejich životnost morální, tedy interval, po kterém by mělo být vozidlo vyřazeno a nahrazeno kvalitativně lepším, ta se pohybuje v nižších desítkách let (ve výběrových řízeních se často objevuje požadavek na životnost 25–30 let) a v důsledku toho, že v MHD je relativně nízká cestovní rychlost, jak bylo uvedeno, kolem 20 km/h a současně jsou někdy dlouhé prostoje na konečných (řeší následující kapitola), reálný nájezd vozidla za tuto dobu činí kolem 1 000 000 km, jak se předpokládalo např. při výběrovém řízení na dodávku tramvají v Brně roku 2020 (Hinčica, 2020), při silném vytížení i více, ale zpravidla ne více než 2 000 000 km (Sůra, 2020), přitom fyzická životnost by mohla být i několikanásobná. Rekordní lokomotiva bývalých ČSD 140 049 za svoji existenci najezdila celkem 6 848 228 km (Plzeňští strojvůdci, 2023), železniční vozidla ovšem z principu provozu dosahují vždy vyšších skutečných

hodnot. Aby se tak zvýšilo využití vozidel a tím se jejich pořizovací cena rozpustila do vyššího objemu ujetých km, neboť během 30 let provozování není reálně dosáhnout hranice fyzické životnosti, je třeba vozidla dostatečně efektivně využívat. V první řadě to předpokládá nemít vozový park příliš rozsáhlý, leda by se předpokládalo výrazné rozšíření provozu. Vedle toho je ale potřeba tramvaj využívat efektivně i během provozu, tedy omezit co nejvíce prostoje na konečných, tomu bude věnována následující kapitola.

Obecně je tedy třeba, aby byly tramvaje ekonomicky efektivní, jednak využívat dostatečně vybudovanou infrastrukturu, jednak využívat na maximum vozidla samotná. Tratě, které již existují, ale přepravní proudy na nich nevycházejí efektivně, není nutné zrušit, protože fixní náklady již byly vynaloženy, problém u takových tratí může nastat v případě velké rekonstrukce, která by předpokládala vysoké investice. I v takových případech nebo pokud při plánování nové tratě nevychází ekonomicky návratnost, je možné vzít v úvahu neekonomické efekty a také předpoklad, že veřejná doprava ze své podstaty není zisková záležitost. Úkolem je přepravit cestující za optimálních nákladů a splnění dalších definovaných cílů.

1.8. Organizace provozu

V praktickém provozu je třeba také určit, který systém bude zvolen pro střídání řidičů během směny. Obecně určuje základní pravidla v České republice Nařízení vlády 589/2006 Sb., kterým se stanoví odchylná úprava pracovní doby a doby odpočinku zaměstnanců v dopravě, tento předpis je ale velmi obecný a vždy v konkrétním provozu je třeba stanovit přesná pravidla s využitím některého z existujících střídacích systémů (Mervart, Rathouský, Kolář a Novák, 2021). V jiných zemích pak existují analogické předpisy.

V tramvajové dopravě je v návaznosti na výše uvedený ekonomický náhled potřeba, aby bylo vozidlo využito na maximum, aby mělo minimální prostoje, tedy logicky aby přestávky řidičů byly organizovány jinak než u silniční dopravy.

V zásadě lze využít dvě střídací metody, a sice střídané přestávky a oddělení řidiče od vozu. Metoda **střídání přestávek** je založena na využití kmenového (hlavního) řidiče a střídače (slangově „svačínáře“), kdy kmenový řidič s tramvají absolvuje svoji směnu, na konečných zastávkách absolvuje s tramvají vyrovnávací⁶ a bezpečnostní přestávku ve smyslu Nařízení 589/2006 Sb. a v situaci, kdy je třeba, aby čerpal delší přestávku na jídlo a oddech, je střídán (nejčastěji na trase) střídačem, po ukončení přestávky se vrací do původní tramvaje. Přitom střídač během své směny střídá postupně více kmenových řidičů v různých tramvajích. Výhodou střídání přestávek je relativní přehlednost systému a relativně snadné plánování, naopak lze definovat dvě nevýhody. První spočívá v relativně dlouhých prostojích tramvaje na konečných, kdy tramvaj stojí v době bezpečnostní přestávky řidiče, druhá vyplývá z potřeby uskutečnit střídání na vhodném místě – dopravní uzel, vozovna apod., takže doba reálné přestávky kmenového řidiče je zpravidla delší než minimální požadovaná, řidič je tak v praxi využit neefektivně. Nižší efektivita využití je tedy jak u vozidel, tak u řidičů.

Naproti tomu **oddělení řidiče od vozu**, jak už plyne z názvu, počítá se situací, že neexistuje ani kmenový, ani střídací řidič, tudíž každý řidič během své směny vystřídá více tramvajů. Principem této metody je průběžné střídání řidičů v kratších intervalech tak, aby

⁶ vyrovnávací přestávka je určena pro vyrovnání případných zpoždění na trase linky, aby se zpoždění nekumulovalo do dalšího průběhu směny

bezpečnostní přestávky nečerpali na konečných, ale v průběhu střídání bez tramvaje, souběžně s přestávkami na jídlo a oddech. Na konečných tak zůstávají pouze přestávky vyrovnávací. Střídání probíhá zpravidla na trase (opět dopravní uzel či vozovna), nicméně díky tomu, že řidič se po své přestávce (pouze bezpečnostní, nebo bezpečnostní plus na jídlo a oddech) nevrací do původní tramvaje, ale do nejbližší vhodné, kde začne přestávka jinému řidiči, je celková délka takové přestávky blíže minimální požadované, tudíž kratší než u střídaných přestávek, pracovní doba řidiče je tedy efektivněji využita. Efektivněji využity jsou i tramvaje, protože bezpečnostní přestávky řidičů jsou řešeny nezávisle, tramvaje mají tudíž pobyty na konečných pouze v hodnotě vyrovnávacích přestávek a jsou tak opět kratší. Na linku je tedy možné nasadit méně vozidel a ta jsou tak v ekonomickém smyslu lépe využita. Nevýhodou oddělení řidiče je obtížnější plánování a větší citlivost na případné problémy v provozu.

Z čistě ekonomického náhledu je tedy jednoznačně výhodnější použít oddělení řidiče od vozu, v praxi to ale vždy vhodné být nemusí. Důležitými parametry jsou délka linek, interval, umístění střídacího bodu a náchylnost linky ke zpožděním, obecně i riziko provozních problémů. Proto reálně nelze dát jednoznačné doporučení k volbě střídacího systému, někdy má přednost stabilita a spolehlivost systému před ekonomickou stránkou.

V některých situacích může být dokonce výhodné použít **systém bez použití střídacích řidičů**, kdy řidič tráví celou směnu v jednom vozidle a veškeré druhy přestávek pak tráví řidič ve vazbě na toto vozidlo. To má pak dlouhé prostoje a není dostatečně využito, nicméně u linek s dlouhými intervaly je možné to tímto způsobem udělat a jiné metody ve vybraných případech ani nedávají smysl (např. pražské noční linky s intervalem 30 minut, pokud jsou odjezdy takové, že přestávky na konečných jsou dostatečné). Jiná situace, kdy je vhodné toto řešení použít, je taková, kdy je z důvodů výluk některý úsek odříznut od zbytku sítě a kvůli potřebě rezerv je na úseku deponován větší počet tramvají, než je nasazeno na linku – pak lze všechny tramvaje plynule střídat touto cestou, protože z pohledu plánování se jedná pochopitelně o systém nejjednodušší a dodatečné náklady v této situaci nevznikají. V Praze byl tento systém použit např. při uzavírce Vyšehradského tunelu, kdy na trati Podolská vodárna – Sídliště Modřany (před prodloužením do Libuše) byla provozována jediná linka s velmi krátkými intervaly a řidiči postupně čerpali přestávky se svými vozidly. Protože jde o velmi jednoduchý systém z pohledu plánování, může být použit také při plánování krátkodobých změn v řádu hodin, max. dní, kdy ztráty vzniklé tímto řešením přestávek jsou malé na rozdíl od pravidelného provozu. Analogicky lze v podobné situaci použít střídané přestávky místo oddělení řidiče od vozu, pokud se v pravidelném provozu využívá toto.

1.9 Tramvajová doprava ve světě

Zatímco v minulosti existovalo (nikoliv současně) přibližně 3 000 tramvajových provozů různých délek, v současnosti (podzim 2023) existuje 418 provozů buď v rámci jednoho města, nebo s příměstskými tratěmi, ve výjimečných případech jde o provozy rozsáhlejší, specifickým, co se týká územního aspektu, je několikrát zmiňovaná Paříž, která je brána jako jeden provoz, přestože jde o jedenáct oddělených tratí, z nichž jen jedna se nachází na katastrálním území Paříže. Z těchto provozů je drtivá většina klasických, jen osm používá tramvaje na pneumatikách. Nejdelším provozem v současnosti je australské Melbourne s délkou 250 km (někdy udávané německé Karlsruhe má pouze 77 km, ale jezdí zde na

stovkách kilometrů také vlakotramvaje – jde ale o pohyb na běžných železničních tratích). Výhledově po realizaci nyní naplánovaných projektů by se na první místo mohla dostat oblast Paříže s aktuální délkou 163 km. V současnosti nejmenším provozem je španělská Sevilla s délkou 2 km a také rakouský Gmunden s historickou délkou také 2 km, tento provoz je ale již propojen se železničními tratěmi v okolí a jsou zde provozovány vlakotramvaje.

Nejvíce provozů existuje v Rusku – 59, v posledních letech ale došlo ke zrušení některých dalších (zmíněný Ust'-Ilimsk v roce 2022) a také některé stávající jsou již velmi omezeny a ohroženy existencí vůbec. Naproti tomu masivní rozvoj zaznamenaly z evropských států Francie a Španělsko, kde vzniklo 25 provozů od roku 1985, resp. 15 provozů od roku 1994. V ostatních zemích dochází spíše k menšímu rozvoji některých provozů, v některých naopak k omezování, vznikají i nové provozování, naposled v roce 2022 v dánském Odense. Mimo Evropu pak rozvoj zaznamenala Čína, kde vzniklo od roku 2007 19 nových provozů a v rámci možností také Alžírsko, kde vzniklo od roku 2013 sedm provozů (do té doby žádný), obecně vznikají provozování i v oblastech, kde do té doby tramvaje vůbec nebyly, konkrétně Katar nebo Etiopie. Specifické postavení mají USA, kde je poměrně velký podíl tramvajových provozů nedostavěn podle původních plánů nebo je jejich rozsah omezen pouze na centrum města. Japonsko je specifické naopak tím, že tamní tramvajové provozování jsou spíše reliktem minulosti, jsou poměrně krátké a velmi málo modernizované, k rozvoji nedochází.

Ve stavbě je ale řada dalších provozů, tramvaje se mají vrátit do dánského hlavního města Kodaně, rozestavěny jsou sítě ve finském Turku a belgickém Liège, v některých italských městech a také na jiných kontinentech, nový provoz má vzniknout v Kanadě. Různé státy inklinují k preferenci některých výše popsanych parametrů, což bude zmíněno dále u jednotlivých států, z nichž Česká republika bude popsána podrobně, u ostatních zemí budou uvedena spíše základní čísla a charakteristiky.

1.9.1 Tramvaje v České republice

V současné době existuje v České republice 7 provozů, aktuálně není žádný v plánování, ani se výstavba nepředpokládá výhledově. Historicky nejbližší mělo k výstavbě souměstí Chomutov-Jirkov, kde do dneška existují stopy po plánované výstavbě, po roce 1990 ale došlo ke zrušení projektu a nahrazení trolejbusem. V minulosti existovalo provozů více, všechny úzkorozchodné byly ale zrušeny – šlo o různé typy sítí, poslední úzkorozchodný provoz je přestavován na rozchod normální. Všechny existující mají kořeny v počátcích tramvajové dopravy na přelomu 19. a 20. století, kromě Mostu existují v setrvalé podobě.

1.9.1.1 Praha

Největším provozem ČR je logicky hlavní město, které disponuje sítí o délce 149 km (podzim 2023). Počátky se kladou do roku 1891, kdy byla zprovozněna elektrická Křížkova tramvaj do oblasti dnešní Stromovky, nicméně koňská tramvaj byla provozována již roku 1875. Sít' zprvu obsluhovala centrum města, elektrické tramvaje byly zavedeny v předměstích (v té době se jednalo striktně vzato o tramvaje v jiných městech než v Praze, protože ke spojení centra a tehdejších předměstí typu Žižkova či Smíchova došlo až v rámci Velké Prahy v roce 1922), postupně byly přestavovány i trasy koňské tramvaje. Sít' se rozšiřovala do dalších nových městských částí, v některých obdobích výstavba sítě předcházela výstavbě příslušných sídelních celků (dolní Vršovice), celkově lze říci, že pražský provoz je klasickým městským provozem se složitou sítí tratí, která přímo zakládá zavedení složitého linkového vedení se

směrovou nabídkou. V období 70. a 80. let 20. století byla síť redukována, jednak v souvislosti s výstavbou metra (Václavské náměstí, Budějovická aj.), jednak s ohledem na rozvoj automobilové dopravy (Husitská, Radlická aj.). Některé plány počítaly dokonce s úplnou likvidací tramvají, některé s jejím omezením na roli napaječe. Po roce 1990 ale došlo ke změně náhledu, souběžné tratě už nebyly likvidovány, takže síť zůstala kompaktní a provozně je nezávislá na metru (Fojtík, 2003). Vznikají také nové úseky, v posledních letech spíše kratší prodloužení na okrajích města, některá jsou kontroverzní (Libuš, kde by tramvaj měla vést výhledově k metru, jeho výstavba bude ale dokončena v ideálním případě kolem roku 2030), opět se vrací trend, kdy infrastruktura předchází kompaktní zástavbě (Slivenec). Pomalu jsou také obnovována či se plánuje obnovení některých dříve zrušených úseků (Budějovická, podél Hlavního nádraží). Výhledově se plánují také delší tratě, které by měly nahrazovat silné autobusové relace, či tangenciální spojení.

Pražská síť má rozchod 1435 mm, všechny tratě (mimo spojky v ulici Hládkov) jsou dvojkolejné, preferuje se ukončení smyčkou, v posledních letech ale vznikla i řada zakončení kolejových přejezdem – ta by měla být spíše dočasná, dočasnost se v těchto případech ale počítá na léta, např. uvedená Libuš. To tak předpokládá nasazování obousměrných tramvají, Praha má ale k dispozici pouze omezené množství takových vozidel staršího data výroby (80. –90. léta), byť po rekonstrukci, která se navíc zhusta využívají při výlukách a využívání dočasných kolejových přejezdů před výlukami, proto se mohou vyskytnout problémy s dostatkem obousměrných tramvají. Unikátem v rámci ČR je kolejový trojúhelník na Vinohradech. Celkem Praha má osm vozoven rozprostřených po městě, jedna z nich je využívána jako muzeum.

V pražské síti se vyskytují některé strmé úseky, sklon dosahuje až 70 promile (výjimečně 80 – v Trojské ulici, v těchto případech se stanovují povinná zastavovací místa i tehdy, pokud v místě není zastávka), některé strmé úseky jsou i dlouhé, což může komplikovat situaci v nasazování vozů na jednotlivé linky; některé typy na tyto úseky nemohou vjíždět.

Na velké části úseků je zaveden nějaký typ preference, řada úseků má vlastní těleso (Barrandov, Modřany), hojně se využívá také fyzické oddělení jízdních pásů, kdy část tratí vede uprostřed komunikací na zvýšeném tělese, za oba tyto typy souhrnně činí podíl z celkové délky tratí 53 %. Na vybraných úsecích především v centru dochází ale naopak ke zhoršování situace, kdy dochází k rozšiřování chodníků a provoz IAD je sveden na tramvajové koleje. Mimoto se silně využívá také preference na SSZ, kde je dnes již více než 90 % SSZ s preferencí tramvají, z nich přibližně na 1/3 mají tramvaje přednost absolutní. Místa bez preference se nacházejí zejména v centru a na křižení s komunikacemi se silným provozem IAD (TSK, 2023). Některé křižovatky v centru města jsou kapacitně již na hraně a přidání dalších spojů již není technicky ani možné.

Z provozního hlediska, jak již bylo řečeno, se jedná o složitou síť, kde nelze v zásadě ani zavést princip jedna linka = jedna trasa, proto je většina tratí obsluhována minimálně dvěma linkami se směrovou nabídkou, to i při shodných intervalech klade velké nároky na plánování prokladů v navazujících úsecích. Intervaly jsou u denních linek stanoveny na 8 minut ve špičkách pracovního dne, 10 minut v sedle a 15 minut ve větší části víkendových dní, u páteřních linek je pak tento interval poloviční. Některé páteřní linky používají větvení, resp. spoje jsou střídavě ukončeny na nácestné konečné. Noční linky používají interval

30 minut s garantovanými přestupy, přitom noční linky vytvářejí v okrajových částech města systém jedna linka = jedna trasa s přestupními body. Všechny linky jsou z definice radiální, pokud by bylo centrum města zúženo, byly by některé denní linky tangenciální. Tramvaje mají přepravní roli, jak již bylo uvedeno, nezávislou na metru, v některých úsecích kopírují linky metra, kde jim tak vytvářejí překryvnou dopravu, obsluhují také některé radiální směry, kde metro vůbec není. Ročně přepraví přes 300 milionů cestujících, což je zhruba 1/3 přepravního výkonu v Praze (TSK, 2023).

Pražská tramvajová doprava je dobře rozvinuta, v síti sice chybí některé dříve zrušené tratě, které by zlepšily možnosti operativních odklonů nebo zvýšily propustnost centra, i bez nich je ale síť kompaktní, stupeň preference je dostatečný, největším problémem je různorodý a částečně zastaralý vozový park, i přes provedené modernizace. Také rozvojové plány jsou bohaté a mají za cíl nahradit některé silné autobusové relace.

1.9.1.2 Brno

Elektrické tramvaje v Brně jsou v provozu od roku 1900, ale i zde jim předcházela etapa koňské tramvaje od roku 1869, epizodou byla tramvaj parní. Odlišností od Prahy je to, že docházelo prakticky průběžně k nahrazování koňské tramvaje elektrickou, nenastala tedy situace, kdy v centru byla doprava provozována zastaralejší formou než na předměstích. První trať spojovala centrum s tehdy nejvýznamnějším předměstím Královo Pole, síť se rozšiřovala postupně do dalších předměstí, někdy i relativně vzdálených. Brno téměř minula etapa významných rušení tratí, k rušení docházelo prakticky výhradně v nepřehledné síti v centru, na okrajích města došlo spíše k přeložkám a jen malá část tratí byla zrušena. Nejvýznamnější z takových tratí je původně železniční trať do staré Líšně, kde byl provoz zastaven a přes snahy nebyl dosud obnoven, ačkoliv na trať je napojeno Muzeum MHD – vozy tak nemají praktickou možnost vyjet vlastní silou na trať. Druhou odlišností od Prahy je tedy také to, že do sítě byly zapojeny původní místní železniční tratě (Groneck, 2017).

V Brně nikdy nenastala etapa úvah o zrušení celé sítě, naopak v době socialismu byla tramvaj přídělena páteřní roli, řada velkých sídlišť byla stavěna vyloženě s páteřním umístěním tramvajové tratě. Proto dnes hrají tramvaje v brněnské dopravě klíčovou roli, celková délka sítě činí 73 km. U současného hlavního nádraží existuje kvůli silnému provozu dokonce čtyřkolejný úsek. Existují také rozvojové plány, realizované projekty jsou ale spíše kratší prodloužení a odbočky ze stávající sítě. Pokud dojde k výstavbě nového hlavního nádraží v odsunuté poloze, bude muset být přizpůsobena částečně i infrastruktura, tomu už přispěla i přeložka jižně od současného nádraží. Dlouhodobé plány zahrnují výstavbu severojižního diametru, který by měl představovat v podstatě výstavbu tunelových úseků pod centrem města s přechody na povrchovou síť ve stylu německých systémů U-Bahn, resp. Stadtbahn, kvůli vysokým nákladům ale není projekt aktuální. Prověřován je také úsek na sídliště Vinohrady, kde by trať měla velký sklon blížící se 80 promile.

Také brněnská síť má rozchod 1435 mm a všechny tratě jsou dvojkolejné kromě zmíněného velmi vytíženého úseku u hlavního nádraží, kde jsou koleje 4. Preferováno je také zakončení tratí smyčkou, s výjimkou dvou míst, kde je kolejový přejezd. Jedná se o novostavbu u Fakultní nemocnice v jižní části města, na východní straně pak zakončení nad starou Líšní, které mělo být zprvu dočasné, posléze se ale změnilo na trvalé se zachováním kolejového přejezdu. Mezi těmito konečnými byla zavedena linka, která tak na obou koncích obrací úvratí. Brno řeší podobný problém jako Praha s nedostatkem zejména moderních

obousměrných tramvají, první moderní vozidla tohoto typu ale v roce 2023 již dorazila. K dispozici jsou dvě vozovny, z nichž jedna je napojena na dvě radiály, druhá se pak nachází uprostřed další radiály.



Obr.30 Původně dočasné, reálně ale trvalé zakončení tratě kolejovým přejezdem, Brno-Mífkova

Také v Brně se nacházejí již nyní strmé úseky, např. v sídlišti Líšeň nebo do Bohunic, největší sklon je na trati do Masarykovy čtvrti, a to 95 promile.

Poměrně zásadně se liší brněnská tramvajová síť v charakteru tratí, kde je velká část vedena po samostatném tělese zcela mimo komunikace, často ve středu sídlištních celků (Bohunice, Líšeň, Bystrc), tyto úseky lze označit jako rychlodrážní, ovšem bez návaznosti na jiné úseky. Takové vedení dopravu velmi urychluje, v sídlištních je ale delší docházková vzdálenost od obytných domů. Ve vazbě na dlouhodobý projekt tramvajového diametru ve smyslu Stadtbahn byly vybudovány i některé zastávky v podobě zastávek metra – Líšeň Jírova či nové prodloužení v Bohunicích. Nevýhodou je ovšem to, že po opuštění rychlodrážních úseků vstupují tramvaje v centru města na běžné komunikace, to vše s vlivem na plynulost dopravy. Modernizace tratí v centru probíhá ale spíše ve směru humanizace prostoru, svádění provozu IAD na koleje apod. Preference je zavedena na přibližně dvou třetinách všech SSZ v Brně. Vozový park je poměrně pestrý, obsahuje 9 základních typů vozidel včetně nejnovějších obousměrných tramvají.

Z provozního hlediska jde v Brně také o složitou síť s mnoha radiálami, nicméně díky existenci menšího počtu propojení v centru zde bylo možné zavést prevažující systém 1 linka

= 1 trasa, jenž byl doveden v poslední době téměř k dokonalosti, pouze za pomoci různých intervalů a kapacity použitých vozidel. Jde tedy o opačnou koncepci než v Praze. Ročně přepraví tramvaje v Brně přibližně 175 mil. cestujících, což činí nadpoloviční většinu přepravního výkonu (konkrétně 53 %). Role tramvají je tedy jednoznačně páteřní v pravém slova smyslu. Noční linky zde provozovány nejsou, všechny denní linky lze zařadit mezi diametrální. Daní za téměř výhradně uplatněný systém jedna linka = jedna trasa kromě společných úseků v centru jsou různé intervaly, často ne v taktu – páteřní linky (což je dnes v Brně většina) disponují ve špičkách pracovního dne intervalem 4 nebo 4–5 minut, v sedle pak 6–7 minut, vybrané linky mají interval odlišný a méně pravidelný, otázka tedy je, která varianta je vhodnější – úvaha byla uvedena výše v obecné kapitole. Dopravce uvádí roční proběh tramvaje přibližně 42 000 km (Brněnské komunikace, 2023). Specifikem je také příměstská trať vedoucí do přilehlého města Modřice vedená po vlastním tělese uprostřed výpadové komunikace.

Obecně lze brněnskou síť možné považovat za velmi dobře rozvinutou, pokrývající všechny klíčové směry (společně s trolejbusy), jde o síť klasického městského typu. Velkou výhodou je velké procento tratí vedených zcela mimo komunikace, úseky po komunikacích s IAD jsou převážně v centru. Unikátem v rámci ČR je čtyřkolejný úsek. Další plány by mohly přispět k ještě většímu podílu tramvajové dopravy, velkou neznámou je ale projekt přesunu hlavního nádraží, který může vyvolat zásadní změny.

1.9.1.3 Ostrava

Třetí největší město ČR píše historii tramvají od roku 1901, nicméně historie tramvajové dopravy v tomto městě je velmi pestrá a komplikovaná. To je dáno jednak charakterem osídlení, kde dnešní Ostrava je konurbací několika dříve samostatných měst (Moravská Ostrava, Slezská Ostrava, Vítkovice), po roce 1945 vybudovaného v zásadě nového města Poruba a posléze dalších sídlišť, mezi městy se nacházely průmyslové objekty, především doly a hutě. Tramvajové tratě stavěli různí provozovatelé a jejich typ nebyl jednotný, jednalo se jak o městské tratě, tak jednoúčelové, zhusta využívané i pro nákladní dopravu (Závodná, 2016). Některé úseky by bylo možné zařadit mezi typ interurbans, v některých případech šlo původně o lokální železniční tratě. Také rozchod nebyl jednotný, některé tratě měly normální, vedle toho ale vznikla síť úzkorozchodných drah s rozchodem 760 mm, která zasahovala daleko od Ostravy až do oblasti Karviné (Boháček, Grisa a Chrobák, 2004). Postupem doby došlo k propojování sítí jednotlivých provozovatelů do společného dopravního podniku, což bylo ovšem spojeno i s likvidací některých tratí, především tratí překračujících hranice města a tratí jednokolejných, většina zbylých tratí byla zdvojkolejněna, jediným jednokolejným úsekem zůstala trať z okraje dnešní městské části Poruba do Kyjovic-Budišovic typu interurbans (takto jediná ryzí trať interurbans v České republice). Trať je meziměstská, neplatí na ní tudíž tarif MHD Ostrava. Síť úzkorozchodných drah nebyla připojena k městskému dopravnímu podniku, byla provozována společností ČSD, která na netypické síti neměla zájem a postupně ji celou zrušila, některé úseky byly nahrazeny trolejbusem.

Naproti tomu docházelo k výstavbě nových úseků především do nových sídlišť, oproti Brnu ale výstavba v letech po 2. světové válce už nebyla tak masivní, většina tratí už existovala, některé jsou zkrácenými úseky původních meziměstských tratí. Byly budovány spíše spojky umožňující kratší dojezdové trasy do sídlišť, neboť původní síť byla postavena na jinak směřované proudy cestujících. V 70. letech byla také ukončena nákladní doprava.

Plány na výstavbu nových úseků jsou velmi omezené, počítalo se s případným obnovením některých meziměstských tratí, v současnosti ale žádné prodloužení není na pořadu dne. Blíže k realizaci má odbočka v městské části Poruba, která by měla nahradit vytiženou autobusovou radiálu.

Dnešní síť tak má celá pouze rozchod 1435 mm a délku 62 km. Všechny tratě s výjimkou uvedené interurbans tratě do Kyjovic-Budišovic, Zátíší jsou dvojkolejné, uvedená trať je v celé délce jednokolejná s výhybnami. Ukončení je vždy provedeno smyčkou, přestože Ostrava má k dispozici i obousměrné tramvaje. Síť disponuje dvěma vozovkami na opačných koncích sítě, které obsahují celkem sedm základních typů vozidel. V síti nejsou velká stoupání.

Vzhledem k charakteru města zcela odlišnému od ostatních tramvajových měst ČR je pestrá i podoba ostravské sítě. V centrech původních měst (Moravská Ostrava, Vítkovice aj.) jsou tratě vedeny po běžných komunikacích, mezi původními městy zpravidla na tělese, ve většině případů ale uprostřed komunikace. Některé úseky obsahují široké vlastní těleso uprostřed komunikace, např. v sídlišti Dubina. Trasy zcela oddělené nedominují, v zásadě mezi ně lze zařadit pouze vícekrát zmíněnou interurbans trať a dále trať k Jižní bráně Nové huti, která je od centra Moravské Ostravy vedena zcela nezávisle na silničních komunikacích, a spojovací trati od nádraží Vítkovice do Zábřehu. Stavební preference je tedy využita spíše méně, probíhá také zavádění preference na SSZ na klíčových trasách. Z toho vyplývá také výrazně nižší cestovní rychlost, než by mohla být na podobně trasované síti, ta činí jen necelých 17 km/h (DPO, 2023).

Provozně jde o poměrně složitou síť, navíc vzniklou jako konglomerát tratí různých provozovatelů s různým směřováním, kde teprve po sjednocování docházelo k propojování, výstavbě spojek do vhodných směrů apod., dodnes lze dobře rozlišit původní centra měst. Na některých křižovatkách dodnes chybí propojky do některých směrů, takže variabilita linkového vedení je mírně omezena, ačkoliv k výstavbě dochází průběžně (naposled na křižení u ulice Rodinné), stále ale chybí např. kolejový oblouk v centru starých Vítkovic. Na této síti je zavedeno relativně velké množství linek, takže linkové vedení je nepřehledné, např. na konečné Dubina je ukončeno šest denních linek, přičemž počet obrátových kolejí je výrazně nižší, je tedy třeba pečlivě plánovat obraty. Naproti tomu nelze ale říci, že by byla zcela uplatňována směrová nabídka, protože na některých úsecích je v provozu pouze jedna linka (např. konečná Zábřeh). Specifikem je interurbans trať, která je obsluhována jednou linkou, která nepřechází vůbec do zbytku sítě. Intervaly na 14 linkách jsou velmi pestré, pohybují se od 5 minut do 30, některé linky jsou větvené, případně v provozu pouze ve špičkách pracovního dne. Specifická v podmínkách ČR je linka 14 obsluhovaná pouze čtyřmi spoji v pracovní dny a třemi o víkendu, jde o typickou linku účelovou. Protože popsáný systém je pro cestující nepřehledný, ale i z pohledu organizování dopravy problematický, existuje již zmíněný projekt nazývaný oficiálně Ostravské metro 2.0, kde by měl být zaveden systém s páteřními linkami s intervaly až 3–5 minut ve špičkách pracovního dne a deset minut o víkendu, jenž by se přiblížil konceptu 1 linka = 1 trasa (Očadlý, 2023). Kvůli historicky složité síti ale nebude možné jej splnit zcela, i po zavedení tohoto konceptu se mají pohybovat intervaly od uvedených 3–5 minut u páteřních linek po 20 minut u některých linek a 30 minut u linky na interurbans trati. Přestože dojde ke zpřehlednění, místo stávajících 14 linek zůstane 12, z toho dvě účelové. Otázkou ale je, zda je možné se stávající infrastrukturou dosáhnout většího zpřehlednění. Ostrava je tak typickým příkladem pro téměř neřešitelnou situaci danou

vstupními podmínkami zcela netypicky strukturovaného města s velmi roztráštěnými přepravními proudy.

Přesto lze považovat tramvajovou dopravu v Ostravě za páteřní síť, přepravní výkon činil v roce 2022 44 mil. cestujících, což je přibližně polovina výkonu ostravské MHD. K vyššímu podílu by mohlo přispět doplnění sítě a zatraktivnění linkové sítě a intervalů, ale také zvýšení průměrné rychlosti. Proto je tedy možné považovat ostravskou síť za dobře rozvinutou, nicméně s řadou oblastí, kde je prostor pro zlepšení. Celkový přepravní výkon je relativně nízký, což je opět dáno zásadní odlišností podoby města Ostravy od ostatních měst ČR.

1.9.1.4 Plzeň

Zdejší tramvajová síť je provozována od roku 1899, hned zpočátku se jednalo o tramvaj elektrickou. Původní síť byla jednokolejná a zahrnovala všechny tehdy významné přepravní směry, hned od počátku byl zvolen systém jedna trasa = jedna linka, další vývoj byl plynulý, jedna z tras byla sice později zrušena, ale došlo k jejímu nahrazení trolejbusy. Tratě byly průběžně zdvojkolejňovány a po výstavbě velkých sídlišť byly stavěny nové trasy. Původní systém zůstal zachován v zásadě do dneška, existují tři trasy, které se kříží v centru města, kde se nalézá také několik úseků se společným provozem dvou ze tří linek, na koncových úsecích je vedena ale vždy jen jedna linka. V období do roku 1989 byly v provozu ještě dělnické posilové linky vedené po existujících tratích. Posledním prozatímním prodloužením byl úsek do průmyslové zóny Borská pole, kam byla jedna z linek rozvětvena. Existují i další rozvojové plány do sídlišť obslužených pouze autobusy, ale v nejbližší době nelze jejich realizaci očekávat. Délka sítě s pravidelným provozem v současnosti činí 22 km (Groneck, 2017).

Síť je provozována na klasickém rozchodu 1435 mm a všechny úseky jsou dvojkolejné, zakončené vždy smyčkou. Na rozdíl od předchozích měst jde již o relativně menší síť, k jejíž obsluze dostačuje jedna vozovna, problémem zde může být potřebná rekonstrukce příjezdových tratí – plzeňská vozovna je napojena sice na dva koncové úseky, ty se ale před vstupem do centra sbíhají a na zbytek sítě tak existuje pouze jedno napojení. V Plzni se nenacházejí velká stoupání, což je příznivé vzhledem k volbě vhodných vozidel, kterých se vyskytuje celkem 5 základních typů včetně moderních obousměrných tramvají.

Tratě jsou vedeny převážně v ose komunikace, samostatné těleso je spíše výjimečné, což Plzeň zásadně odlišuje od ostatních českých měst. Specifikem je ulice Slovanská, kde se nachází jediný český úsek s vedením tratě podél chodníků, v centru města je pak trať vedena dvěma jednokolejnými úseky souběžnými jednosměrnými ulicemi. Přestože stavební preference je v Plzni využívána velmi málo, používá se preference na SSZ, rozvoj stále pokračuje.



Obr.31 Klasické vedení tramvajové tratě, Plzeň-Brojova

Provozně se jedná o velmi jednoduchou síť s jednou centrální křižovatkou, na níž se setkávají všechny tři linky (na šesti radiálách), dvě radiály mají část společnou (na sever a přes historické centrum města). Je zde tedy použit systém bezvýhradně systém jedna linka = jedna trasa s využitím přestupů. Jejich koordinace na centrální křižovatce je obtížná, protože v pracovní dny mají linky různé intervaly, aby bylo možné dobře přizpůsobit kapacitu poptávce (vedle variací pomocí různých typů vozidel), intervaly jsou ale ve špičkách tak krátké, že je koordinace irelevantní. Intervaly mají ve špičkách hodnotu 3 minuty na lince 4 (nejkratší linkový interval v ČR) nebo 5 minut, v sedle se pohybují od intervalu 5 minut po 6–8. Plzeňské tramvaje přepraví ročně 38 mil. cestujících, což představuje podíl asi 35 % z celkového výkonu MHD (PMDP, 2023). Může se tedy zdát, že se nejedná o páteří dopravu, zde je ale třeba brát v úvahu, že páteř se tvořena rovněž trolejbusy, přičemž jejich trasy se prakticky nedublují, každý dopravní prostředek obsluhuje jiné části města, jde tedy o systém vyvážený a tramvaje za páteř označit lze.

Plzeňské tramvaje tedy mají dobře rozvinutou síť a pokrývají nejsilnější směry, chybějící úseky jsou v dlouhodobých rozvojových plánech, jde také o klasickou síť městského typu. Jistou nevýhodou je absence silných technických preferenčních prvků a tedy relativně velké riziko konfliktů s IAD, je rozvinuta ale alespoň preference na SSZ.

1.9.1.5 Olomouc

V Olomouci jsou v provozu tramvaje od roku 1899, a to hned z počátku ve formě elektrické. Původní trať byla jednokolejná a spojovala město s poměrně odlehlým nádražím. Vzhledem

k růstu města ale došlo postupně ke změně sítě na klasickou městskou, kdy byly přidávány odbočky k základní síti, posledním prodloužením je odbočka do sídliště Nové Sady, postupně prodlužovaná o části v řádu stovek metrů, zatím naposled roku 2022. V průběhu let byla také celá síť dvojkolejněna. Na relativně malou síť zde došlo k poměrně výrazným změnám v trasování, nejvýraznějším bylo převedení jednokolejných úseků pro opačné směry z úzkých ulic v centru a úseku z náměstí do přilehlých ulic, kde byl zřízen úsek dvojkolejný. Změna v trasování proběhla také v oblasti Nové Ulice, kde byla trať přeložena do středu nové výpadevé silnice, byl také zrušen krátký úsek na konci odbočky v Neředíně. Celkově ale neexistoval rozpracovaný záměr na úplné zrušení provozu, v 90. letech pak po desetiletích stagnace bylo rozhodnuto o dalším rozvoji a stanovení tramvaje jako páteřního dopravního prostředku. Současná délka sítě činí pouze 15 km (Groneck, 2017).

Tramvaje jsou provozovány na rozchodu 1435 mm a všechny tratě jsou dvojkolejné a ukončené smyčkou s výjimkou nejnovějšího prodloužení, kde je ale kolejový přejezd podle projektu pouze dočasný, než bude dosažena definitivní konečná. V původní podobě byly tratě ukončeny kolejovými přejezdy, po dodávkách jednosměrných vozidel byly nahrazovány trojúhelníky a smyčkami, z toho důvodu byla trať v pokračování úseku za nádražím prodloužena do dopravě méně vhodné oblasti, trať se obrací o 180 stupňů a vede souběžně za areálem nádraží zpět (blíže nebylo možné smyčku zřídit). Malá síť je obsluhována pouze jednou vozovnou v centru města s dlouhodobě malou kapacitou, proto byla zřízena v roce 2023 odstavná plocha u nádraží na druhé straně sítě, aby bylo vůbec možné posílit vozový park v souvislosti s prodlužováním sítě. Olomouc je rovinná, tedy ani tramvaje nepřekonávají zásadní stoupání, využívá se dohromady pět základních typů, včetně obousměrných pro obsluhu nového úseku.



Obr.32 Trať v úzkém uličním prostoru centra města, Olomouc, Denisova

Charakter tratí je velmi pestrý, od klasické uliční podoby v historickém centru města po samostatné těleso vedené buď ve středu komunikace, nebo podél komunikace, podíl tratí

na vlastním tělese je velký. Většina křižovatek je také vybavena preferencí na SSZ, z toho čtyři používají absolutní přednost, dalších 12 pak podmíněnou. Obě formy preference jsou tak dobře rozvinuty.

Typická městská síť má podobu centrálního okruhu od historického centra k nádraží, na něj jsou napojeny čtyři odbočky úplným trojúhelníkem (lze tedy z příslušné odbočky vjet do obou směrů okruhu), dvě odbočky jsou ukončeny smyčkou, jedna obsahuje postupně dvě smyčky, u nádraží a v Hodolanech, poslední je zakončena přejezdem. Variabilita linkového vedení tak může být velká. Tato možnost je využita a v současnosti je malá síť obsluhována sedmi linkami se základním intervalem 15 minut v pracovní dny, ne všechny linky jsou ale provozovány celodenně, jedna linka má základní interval 30 minut. Na centrálním okruhu jsou provozovány podle úseku 3–4 linky, na radiálách pak 1–3 linky, přičemž na krátké odbočce u nádraží je provozováno všech sedm linek; v praxi je tedy použito vedení, kdy z každé odbočky jsou vedeny dvě linky, které centrum obcházejí po opačných stranách a setkávají se opět u nádraží, sedmá linka je reálně prodloužením jedné ze zbylých do úseku za nádražím. Tento úsek je nyní diskutován, jeho technický stav není dobrý a současně trasování, jak bylo uvedeno, není praktické, neboť trať se vrací zpět k nádraží, ale z opačné strany, jeden z návrhů počítá s jejím zkrácením a ukončením kolejovým přejezdem, neboť smyčku v oblasti nelze zřídit ani nyní (Hinčica, 2023b). Zdánlivě nepřehledný systém linkového vedení je tedy vzorem směrové nabídky, ve které se ovšem nepočítá s přímým cestováním mezi radiálami, pro takové cesty je třeba přestupovat či využít tangenciální linky autobusů. Všechny linky jsou tedy radiální a tramvaje vytvářejí páteř olomoucké dopravy, když přepravují přibližně 23 mil. cestujících ročně z celkového výkonu 53 mil. Jde sice o menší podíl, než mají autobusy, ty ovšem při výrazně větší délce sítě (délka tramvajových linek je 41 km, autobusových 289 km, dopravní výkon činí u tramvajů 2,4 mil. vozkm, u autobusů 4,1 mil. vozkm), takže páteřnost se projevuje v poměrových ukazatelích (DPMO, 2023) a v tom, že tramvaje obsluhují největší obytné okrsky města.

Celkově lze zhodnotit olomouckou síť přes její malou délku velmi pozitivně, dochází také k modernizaci a postupně i napojování posledního velkého sídliště, dosud obsluhovaného pouze autobusy, na trať, také technické parametry sítě jsou dobré. Bolesť je malá kapacita vozovny.

1.9.1.6 Liberec-Jablonec

Počátek libereckých tramvajů nastává roku 1897 v podobě elektrické úzkorozchodné tramvaje na rozchodu 1000 mm. První trať spojovala nádraží s centrem a obytnými částmi na opačné straně města, kdy přes centrum byla vedena úzkými ulicemi, byla částečně jednokolejná, v centru vedly opačné směry v souběžných ulicích. Postupně došlo k výstavbě dalších tratí a přeložkám v centru, řada nových úseků byla stavěna rovněž jednokolejně, naopak některé úseky byly zdvojkolejňovány. Po roce 1945 došlo k propojení sítě se sousedním Jabloncem nad Nisou, vznikla tak, jak bylo uvedeno v teoretické části, trať typu interurbans v době, kdy takové tratě již zanikaly (konkrétně roku 1955), síť v Jablonci posléze ale zanikla, takže zůstala kuriozita v podobě meziměstské tratě do velkého města ukončené tam na okraji centra, takže pro Jablonce je dopravní význam prakticky nulový. Projekty, které počítaly s prodloužením do nitra Jablonce, nejsou nyní na pořadu dne. V Liberci samém došlo ke zrušení druhé trasy, takže zbyla pouze jedna trasa městská a interurbans do Jablonce, došlo také k přeložkám v centru města, podobně jako v Olomouci z centrálního náměstí do

přilehlých ulic. V 90. letech 20. století pak byl započat projekt přerozhodování zprvu městské trati, postupně i meziměstské, který je v současnosti dokončován. Po ukončení akce bude celá síť mít rozchod 1435 mm, na části trasy ale zůstane splítka 1000/1435 mm, části tratí byly také zdvojkolejňeny. Existuje také projekt na výstavbu nové tratě ve městě, která by měla napojit významné sídliště, ani tento projekt ale nebude v nejbližších letech realizován. Podobně byl rozpracován projekt (první v ČR) na výstavbu sítě vlakotramvají v regionu Nisa, jenž by zahrnoval i zmíněnou trať, projekt zůstal ale pouze na papíře. Nynější délka sítě tedy činí 21 km (Groneck, 2017).

V současnosti tedy liberecké tramvaje nevybočují, co se týká rozchodu, nicméně na části městské trati je nadále zachována možnost provozovat i tramvaje na úzkém rozchodu. Trať jsou ukončeny smyčkou, městská trať je dvojkolejná, příměstská částečně, což se nezmění ani po dokončení rekonstrukce, zůstane tak zachován charakter interurbans. Z pohledu kapacity by dvojkolejná trať ani neměla opodstatnění. V Jablonci byl největší sklon, který byl kdy na území dnešní ČR dosažen, a to 108 promile, velký sklon byl i v Liberci na ulicích k centrálnímu náměstí, i tento úsek byl ale opuštěn, v síti se tak už extrémní sklon nenachází. Síť disponuje pouze jednou vozovnou v centru města, která obsluhuje v zásadě jediný typ jednosměrných tramvají.



Obr.33 Smyčka s dvojím rozchodem v předjízdne koleji, Liberec-Lidové sady

Podoba tratí je odlišná na městské a meziměstské trati, zatímco na městské převažuje vedení trasy v běžném uličním provozu bez zásadního stavebního oddělení, na jablonecké trati je v souladu s pojmem interurbans na většině délky samostatné těleso, částečně podél

komunikace, ale částečně zcela nezávisle, pouze koncové úseky jsou vedeny v uličním profilu. Ze stavebního pohledu tak jde o dvě zásadně odlišné tratě. Ani preference na SSZ není v dostatečné míře využívána.

Jak již bylo uvedeno, síť je velmi jednoduchá, zahrnuje jednu diametrální trať v rámci města, na kterou se v centru napojuje radiála do Jablonce, jde tedy o městskou síť (pokud lze v případě jedné trati hovořit o síti) s jednou tratí příměstskou, která ale v důsledku masivní výstavby již obsluhuje i přepravní proudy v Liberci samém. Na obou tratích je v jednom směru více nácestných smyček. V pravidelném provozu jsou zavedeny čtyři linky, na každé trati po dvou, na městské trati je ve společném úseku v pracovní dny proložený interval 7,5 minuty ve špičkách a 10 minut v sedle, ve víkendových dnech je neobvykle vedena pouze jedna linka v celé trase, což je dáno atraktivním cílem cestovního ruchu na příslušné konečné (oblast Ještědu). Příměstská trať je obsluhována linkou v intervalu 15 minut, druhá kratší linka je posilová pouze ve špičkách pracovního dne v témže intervalu, obě přitom v centru používají částečně i městskou trať. O víkendu tak nemohou být zavedeny proklady, nicméně i z příměstské trati lze dosáhnout širšího centra a nádraží bez přestupu. Linkové vedení je tedy velmi jednoduché a odpovídá charakteru sítě. Tramvaje v Liberci ovšem nemají tak výraznou roli jako v dříve uvedených městech, a to kvůli malému rozsahu sítě, řadu významných relací včetně velkých sídlišť tak nadále obsluhují autobusy a rozšíření není v dohledné době pravděpodobné. Tramvaje přepravily za rok 2022 přibližně 12 mil. cestujících, zatímco autobusy přes 23 mil. obyvatel (DPMLJ, 2023). To bylo ale ovlivněno pokračující výlukou na příměstské trati, pokud by se od toho abstrahovalo, lze říci, že tramvaje obsluhují klíčové tratě, když obsluhují třetinu přepravního výkonu, přestože jde jen o dvě tratě.

Celkově lze říci, že tramvaje v Liberci mají svoje místo v dopravní obsluze města, protože obsluhují klíčové relace včetně spojení s přilehlým Jabloncem, je ale ještě velký prostor pro zlepšení, především v oblasti výstavby nových tratí a změn v Jablonci, kde nyní má tramvaj pouze epizodní roli.

1.9.1.7 Most-Litvínov

Historie mosteckých tramvajů začala v roce 1901, kdy byla otevřena jednokolejná trať na úzkém rozchodu 1000 mm, která spojovala obě města přes mezilehlé obce a okolní dolů; velkou roli zde hrála také nákladní doprava. Trať byla později modernizována a rozšířena, nicméně po mohutné výstavbě nových závodů a následné změně technologie těžby uhlí z hlubinných dolů na povrchové lomy bylo rozhodnuto o nahrazení původní sítě novou, s normálním rozchodem a *stejným* směřováním, nicméně v jiné stopě, protože obce na původní trase byly zlikvidovány a prostor vytěžen. Stejný osud potkal posléze i samotné město Most, nová síť byla tedy zavedena do prostoru postupně budovaného nového města. Úzkorozchodná síť byla postupně zcela zrušena, a to včetně úseků v nezlikvidovaných částech starého Mostu i Litvínova, kdy tyto úseky nebyly přestavěny na normální rozchod.

První úsek stávající sítě byl otevřen ve směru od Litvínova v roce 1957, trať byla stále vedena do starého Mostu. Při jeho likvidaci došlo k přeložení nové tratě do nového koridoru mimo dobývací prostor, trať byla postupně prodlužována do současné podoby (Groneck, 2017). Vzhledem k podobě nového Mostu (menší původní zástavba, z větší části ale bloky panelové zástavby) by bylo vhodné síť rozšířit, byla zpracována řada projektů, žádný z nich ale nebyl realizován a realizaci ani nelze očekávat. Po změnách v oblasti (ukončení těžby na

řadě lomů apod.) navíc přepravní toky silně poklesly, takže by projekty ekonomicky nevycházely.

Současná síť o rozchodu 1435 měří 19 km, je v celé trase dvojkolejná a vybavená smyčkami na všech koncích plus smyčkami mezilehlými. Na síti se nenacházejí žádná náročná stoupání. V každém městě se nachází vozovna, čímž může být dobře zajištěna efektivita nájezdu tramvají na linky. Vozový park sestává z pěti základních typů, některé se ale vyskytují pouze v jednom exempláři, převažují staré tramvaje typu T3. Všechny tramvaje jsou jednosměrné.

Síť v aglomeraci byla v původní podobě typu interurbans, současná je pak příkladem jednoúčelové sítě, kde hlavním smyslem bylo spojovat sídelní oblasti s průmyslovými objekty, význam tramvají pro dopravu po Mostě i Litvínově samotných je omezený. V obou případech existuje spojení nádraží s centrem města, nicméně v Mostě jede v podobné relaci i řada autobusových linek, obsluhujících po trase významné sídelní soubory bez nutnosti přestupu, v Litvínově je zase spojení handicapováno pouze hodinovým taktem jediné linky železniční dopravy. Ve městech se nacházejí jak úseky vedené v uličním prostoru (v Litvínově), tak uprostřed či podél silnice na vyhrazeném pásu (v Mostě i v Litvínově), větší část trasy je ale rychlodrážního typu na vlastním tělese podél komunikace (celý úsek mezi městy, ale i části v Mostě a Litvínově). To zakládá možnost vysoké cestovní rychlosti. Křižovatek řízených SSZ je na síti minimum, v mezilehlém úseku jsou použity i železniční přejezdy s výstražnými světly.

Síť je ještě jednodušší než v Liberci, sestává z jedné dlouhé tratě procházející oběma městy, v Mostě dále existuje krátká odbočka k nádraží, obsahuje tedy jen jednu klasickou kolejovou křižovatku. Na trati se nalézá také několik nácestných smyček, což umožňuje reagovat na poptávku v jednotlivých úsecích. V současné době jsou na jednoduché síti v provozu čtyři linky, dvě lze považovat za páteřní, protože mají celodenní interval v pracovní dny 15 minut – jedna vede z Mostu do Litvínova, druhá využívá odbočku k nádraží a jezdí tak pouze po Mostě. Ve společném úseku v Mostě existuje alespoň částečně proklad. Zbývající linky jsou posilové a jsou provozovány v počtu jednotek spojů denně, jedna spojuje mostecké nádraží s Litvínovem (jen v ranní špičce), druhá posiluje ve špičkách pracovního dne páteřní spojení a půlí interval na 7,5 minuty. Kuriozitou je, jak bylo uvedeno v teoretické části, že tato linka má u části spojů zcela shodnou trasu jako linka páteřní, přičemž v Mostě je zaveden garantovaný přestup na linku městskou. Na hlavní trase se tak v ranní špičce pohybuje max. 12 spojů za hodinu v jednom směru, v odpolední max. 8 spojů za hodinu. Linky, které byly ukončeny na mezilehlých konečných v Litvínově, byly po oslabení přepravních proudů zrušeny. Specifikem pro malou síť je provozování noční dopravy. Výhodou tramvají oproti autobusům spočívá v možnosti nástupu a výstupu všemi dveřmi, zatímco u autobusů je zaveden principiálně nástup pouze předními dveřmi. Tramvaje tvoří pouze 1/3 dopravního výkonu v aglomeraci, počet přepravených cestujících se pohybuje kolem 16 mil. celkem za rok. Podrobné údaje za poslední roky nejsou relevantní, neboť probíhala rozsáhlá rekonstrukce a fungovala prakticky pouze městská linka v Mostě (DPMML, 2022).



Obr.34 Vlastní těleso v Litvínově VI, Litvínov-U dílen

Jak již bylo uvedeno, Most a Litvínov se zaměřují spíše na rekonstrukci stávající tratě a pořízování nových vozidel než na další rozvoj, přestože výstavba nových úseků by mohla značně zvýšit efektivitu tramvajového provozu. Vedle nepochybně smysluplné páteřní tratě by mohly vzniknout další vhodné úseky, aby byla rozšířena vhodná elektrická doprava. Ve vnitroměstské dopravě zde tramvaje páteřní roli neplní, což je částečně i v souladu s původním smyslem výstavby jednoúčelové sítě.

Souhrnně za Českou republiku je možné říci, že každý ze sedmi provozů má jisté specifikum – většina z nich vznikla jako městské sítě, jediná jako síť jednoúčelová, což se odráží i v jejím charakteru (Most-Litvínov). Brno je významné velkým podílem úseků na vlastním tělese a tramvaje zde plní páteřní roli v pravém slova smyslu, v Plzni je pak typické použití systému 1 linka = 1 trasa. Praha se vymyká tím, že tramvaje vytvářejí síť nezávislou na metru, Liberec je výjimečný tratí typu interurbans. Olomouc pak představuje do značné míry protipól Plzně, co se týká konceptu linkového vedení. Ostrava představuje obsluhu rozptýlené zástavby a propojení původně samostatných měst s použitím pestré škály typologie tratí. Na příkladu tramvajových provozů ČR lze tedy dokumentovat všechny v teoretické části řešené parametry a koncepty. Všechny provozky kromě Mostu pak považují tramvaje za páteř (v Praze specificky vedle metra), v Mostě je to ovlivněno směřováním sítě a její jednoúčelovostí.

1.9.2 Evropa a svět

1.9.2.1 Slovensko

Na Slovensku existují v současné době dva nebo tři tramvajové provozy, podle toho, zda je trať Trenčianská Teplá – Trenčianské Teplice řazena mezi tramvaje, nebo mezi železniční tratě. V tomto případě jde o trať interurbans s úzkým rozchodem 760 mm, v minulosti se silným vytížením, dnes je její provoz omezen na letní sezónu a ve velmi omezené podobě.

Klasické městské provozy jsou dva. Bratislava zahájila provoz roku 1895, a to hned v podobě elektrické, minimum úseků bylo v historii zrušeno, nejvýznamnějším zrušením byla meziměstská trať do Vídně. I dnes dochází k pomalému rozvoji, tramvaje dosáhly sídliště Petržalka s více než 100 000 obyvateli, kam bylo původně plánováno metro, byly vybudovány i některé prvky infrastruktury, ale nakonec byla výstavba zrušena a namísto toho realizována tramvaj. Bratislava používá stále úzký rozchod 1000 mm, nejnovější úsek je připraven na rozchod 1435 mm, nicméně přestavba celé sítě není v blízké době reálná (Schwandl, 2017). Současná délka sítě činí 38 km. Tratě jsou ukončeny většinou smyčkou, kromě nejnovějšího prodloužení s kolejovým přejezdem, takže je třeba provozovat i obousměrné tramvaje, všechny úseky jsou dvojkolejné. Vozovny jsou v síti dvě, bohužel obě v jedné části města, i když každá na jiné radiále. Zdejší tratě jsou vedeny v okrajových částech na vlastním tělese, buď v ose komunikace, nebo podél ní, nový úsek do Petržalky je veden zcela nezávisle na komunikacích a používá most určený pouze pro udržitelné segmenty dopravy – MHD, pěší a cyklistiku. V centru pak tratě probíhají v uličním prostoru, celkově ale lze považovat stupeň preference za vysoký. Jde o klasickou městskou síť, sestávající z pěti radiál a krátké odbočky v centru, v centru pak existuje několik propojek, takže je možné poměrně variabilní linkové vedení. Tomu odpovídalo i dřívější linkové vedení s pestrou směrovou nabídkou, od které se postupně upustilo a dnes je preferován model 1 linka = 1 trasa s krátkými intervaly, ve špičce až 4 minuty. Tramvaje v Bratislavě spojují klíčové obytné soubory s výjimkou Petržalky, kde dosud zasahují pouze na okraj sídliště, takže je lze považovat za páteřní dopravu. Další rozšiřování má velmi omezený potenciál, ovšem s výjimkou Petržalky, kde by bylo možné nahradit autobusy, bylo by tedy vhodné se soustředit spíše na modernizaci a posilování dopravy i prostřednictvím preference, neboť trasování je vhodné. Přes relativně malou délku sítě lze říci, že tramvaj mimo Petržalky obsluhuje většinu klíčových obytných souborů s vysokou hustotou zalidnění. Úzký rozchod je problémem při pořizování vozidel, v provozu ale zásadní překážkou není, a to ani při dosahování vyšší cestovní rychlosti. Při správném přístupu může být systém bratislavských tramvají skutečnou páteří města, a to i bez výstavby metra.



Obr.35 Přečhod tramvajové trati z uličního prostoru na vlastní těleso, Bratislava, Rača

Druhým slovenským provozem jsou Košice, kde historie elektrických tramvají počíná rokem 1914, předcházející koňská tramvaj jezdila ale již od roku 1891. Zejména po vzniku Československa počet obyvatel velmi narostl, byla vystavěna rozsáhlá sídliště, kde bez kapacitních dopravních prostředků nebylo vůbec možné fungování realizovat, mimoto za městem vznikl areál železáren s podobným problémem. Z původní sítě byly některé úseky zrušeny, naopak vznikla řada dalších včetně jednoúčelového úseku k železárnám (Schwandl, 2017). Po poklesu počtu cestujících v posledních desetiletích nebyl žádný úsek zrušen, ale prodloužily se intervaly. Síť dnes měří 32 km včetně trasy k železárnám, rozchod je 1435 mm, celou síť obsluhuje jedna vozovna umístěná velmi příhodně na tramvajové křižovatce. Všechny tratě jsou zakončeny smyčkami, smyčka u železáren je dimenzována na dnes již nepotřebnou kapacitu. Více než polovina sítě je postavena na vlastním tělese podél komunikace nebo uprostřed, což umožňuje vyšší cestovní rychlost, starší úseky a některé úseky v centru jsou vedeny v běžném provozu. I zde jde o městskou síť sestávající z pěti kratších či delších radiál, odbočky k nádraží a spojovacích tratí s možností variabilního vedení linek. V síti absentuje dříve zrušené přímé spojení nádraží se severní částí města, kam musí tramvaje nyní objíždět historické centrum. V síti je sice okruh, ale neleží v centru města. V případě Košic je možnost variability bohatě využita, neboť se preferuje směrová nabídka, což je do důsledku dovedeno na radiále k železárnám. Intervaly na městských linkách činí celodenně 15 minut, velmi specifické je spojení k železárnám, kde jezdí jedna páteřní linka s intervalem 60 minut a zahuštěním intervalu ve špičkách, ta je ale doplněna dalšími sedmi linkami spojující železárny se všemi konečnými zastávkami po celém městě. Tyto linky jsou

ale v provozu v řádu jednotek spojů denně, přesto jde o vzorový příklad využití účelových linek. Rozvojové plány existují, v aglomeraci měly být zavedeny i vlakotramvaje, v dohledné době se ale plány realizovat nebudou. Také o Košicích lze říci, že síť je vhodně trasovaná, může dobře tvořit páteř MHD, k tomu by ale bylo potřeba především dopravu zahustit.



Obr.36 Trať k železárnám, Košice-Perešská

Obě slovenská města mají tedy svoje sítě potenciálně velmi dobře využitelné, každé přistupuje jinak ke konceptu linkového vedení, u Košic je díky účelové trati k železárnám nepochybně opodstatněná síť účelových linek se směrovou nabídkou.

1.9.2.2 Polsko

Polsko disponuje 15 tramvajovými sítěmi, až na výjimky o rozchodu 1435 mm, společným jmenovatelem je silné využívání vlastního tělesa, a to i v širších centrech měst, často i podél komunikace. Na radiálách je pak vlastní těleso spíše pravidlem. Naproti tomu výrazně méně se využívá preference na SSZ. Další společnou vlastností je také masivní modernizace, jak tratí, tak vozového parku v posledních letech, což je projevuje i v prodlužování sítí. Větší část provozů pochází z přelomu 19. a 20. století, v roce 1959 vznikl jednoúčelový provoz v Czenstochowej, nejnovější je v roce 2015 zavedený provoz v Olsztyně. Jedná se zpravidla o městské sítě, s výjimkou Katowic, které jsou obdobou Ostravy. Tato síť obsahuje velké množství tratí interurbans, které spojují sídla a průmyslové objekty v oblasti, kvůli velkému podílu jednokolejných tratí ale většinou netvoří páteř místní veřejné dopravy. I zde ale dochází k modernizaci a zdvojkolejňování, po letech stagnace byl otevřen nový úsek.

Pro ostatní města společně platí, že sítě jsou poměrně složité s množstvím propojek, což jednoznačně vede k oblibě málo přehledného systému mnoha linek se směrovou nabídkou, což je patrné zejména u velkých sítí. I v relativně malé síti města Grudziądz o délce 16 km jezdí pět linek, ve Varšavě se sítí o délce 122 km jezdí 32 linek (pro srovnání Praha: 149 km – 26 linek, Paříž 163 km – 11 linek). Naproti tomu intervaly na linkách bývají jednotné, takže lze v rámci možností řešit dobře návaznosti a proklady. Specifické jsou Katowice, kde na jednotlivých interurbans úsecích je často v provozu pouze jedna linka a linky jsou relativně krátké, kvůli kapacitě, ale i délce jednokolejných úseků se používají různé hodnoty intervalů.



Obr.37 Různé podoby tramvajové trati, Warszawa-Siodlarska

1.9.2.3 Německo

V tomto státě je v rámci Evropy provozováno nejvíce tramvajových provozů, a to 57. Všechny pocházejí z přelomu 19. a 20. století, max. po konci 2. světové války, žádný provoz nebyl otevřen v nedávné době. Důvodem je to, že v Německu rušení tramvajových sítí nedoznalo takové míry jako v jiných zemích, takže nebylo nutné budovat sítě nové. V některých městech sice existují plány na nový provoz, jejich realizace není ovšem zcela aktuální – lze uvést Regensburg poblíž českých hranic (Rozehnal, 2023). Vzhledem k velkému počtu nelze stanovit převažující charakteristiku, existující sítě jsou velmi pestré, ať z pohledu délky, tak charakteristiky. Lze zde nalézt jak rozsáhlé městské sítě (Berlín, Dresden, Mnichov aj.), tak městské sítě krátké v menších městech (Zwickau, Görlitz, Bielefeld aj.), vedle toho ale především okolí Berlína zahrnuje i několik typických provozů

typu interurbans (Woltersdorf, Schöneiche). I v rámci městských sítí jsou ale provozovány i jednotlivé tratě typu interurbans, nedaleko českých hranic 20 km dlouhá trať Dresden – Weinböhla nebo trať společnosti Thüringer Waldbahn ve městě Gotha. Samostatnou kapitolou jsou pak částečně propojené provozy v Porúří, které disponují také řadou interurbans úseků, některé z nich ale přestavbou svůj charakter již ztratily a dnes jsou klasickými městskými tratěmi. Německo je také průkopníkem v přestavbě tramvajových sítí do konceptu Stadtbahn nebo U-Bahn ve smyslu dráhy nezávislé na ostatním provozu. Některá města mají síť plně v tomto konceptu, některá mají v zásadě dvě sítě, které se ale mohou překrývat. Součástí takových sítí jsou zhusta i podzemní úseky ve stylu metra. Příkladem zcela přebudované sítě je malá síť v Bielefeldu či velká síť v Hannoveru nebo Stuttgartu, existencí dvou propojených sítí je typický Bonn, dvě provozně nezávislé sítě má např. Dortmund v Porúří. Řada německých měst také provozuje zde podrobně neprobírané vlakotramvaje – Karlsruhe, Heilbronn, jenž nemá vlastní městskou síť atd. Vzhledem k výše uvedenému nemá Německo obecně zásadní rozvojové plány, soustředí se spíše na modernizaci a dílčí rozvoj, případně propojování s železniční dopravou. Co se týká rozchodu, převažuje normální 1435 mm, ale některá města používají úzký, některé úseky (zejména interurbans) jsou i jednokolejné.



Obr.38 Zakončení tratě zcela mimo komunikaci, Nürnberg-Tiergarten

Díky pestrosti ani nelze zobecnit převažující charakter tratí, tam, kde je jednotný koncept Stadtbahn, jsou tratě pochopitelně vedeny na vlastním tělese s maximálním použitím preference, v případě městských sítí se zhusta využívá také vlastní těleso podél komunikace či

uprostřed, někdy i zcela nezávisle na komunikacích, používají se také různé podoby zastávek včetně podob preference. Používají se také různé koncepty linkového vedení, německé provozy inklinují ale spíše k podobě 1 linka = 1 trasa, podobnou cestou se ubíral v nedávné době i Berlín, jenž byl typický dříve spíše směrovou nabídkou. Celkově tak lze říci, že německé provozy vykazují podobnou pestrost jako sítě v České republice, pouze jsou ve větší míře použity koncepty vyšší úrovně typu Stadtbahn.

1.9.2.4 Rakousko

Přestože tento stát zahrnuje jen pět provozů, jejich charakteristiky jsou velmi odlišné, podobně jako v ČR. Společný mají opět i původ na přelomu 19. a 20. století. Největším provozem je typická městská síť ve Vídni o délce 166 km, kde jsou tratě vedeny převážně v souběhu s ostatní dopravou, Linz a Graz jsou provozy s výrazně větším podílem tratí na vlastním tělese a také menší délkou, ve všech třech městech pak existují úseky ve stylu Stadtbahn – zde jde ale pouze o stavební části bez vlivu na linkové vedení. Ve Vídni úsek pochází z doby preference IAD v ulicích města před dopravou veřejnou, Linz a Graz své podzemní úseky vybudovaly v době nedávné, aby se doprava v centru zrychlila. Innsbruck je pak provozem velmi kombinovaným, obsahuje jak městské úseky, tak úseky původně železniční, které dosud odpovídají době vzniku i trasováním, byly tak spíše začleněny formálně do tramvajové sítě, ačkoliv by mohly být označovány jako vlakotramvaje. Gmunden pak disponoval velmi krátkým provozem o délce 2 km, jenž byl v roce 2018 propojen s železniční tratí a vytvořen tak oficiální koncept vlakotramvaje. Na malý počet provozů je pestrý i používaný počet rozchodů, od normálního 1435 mm v Grazu a Vídni, přes úzký 1000 mm v Gmundenu a Innsbrucku po velmi netypický úzký 900 mm v Linzu, řada úseků je jednokolejných.

Provozně převažuje podobně jako v Německu koncept jedna linka = jedna trasa, některé oblasti Vídně pak představují původní podobu velkých tramvajových sítí s vedením tratí souběžnými ulicemi blízko u sebe a relativně krátkých napájecích linek. Obecně má tedy Rakousko také podobně pestré charakteristiky jako Německo, to vše ale při řádově menším počtu provozů.

1.9.2.5 Francie

Jak bylo uvedeno již v teoretické části, Francie prošla v minulosti etapou téměř úplné likvidace tramvají, od 80. let ale dochází k obnově, takže v roce 2023 tramvaje provozuje 28 měst, z toho pro 25 je to nový provoz. Oddělené trasy v Paříži a její aglomeraci jsou ale považovány za jeden provoz. Díky tomu, že drtivá většina tratí je nově vybudována, jsou vedeny velmi velkoryse s dobrými technickými parametry. Na druhou stranu ne vždy bylo při výstavbě použito vlastní těleso, velká část úseků je vedena po běžných komunikacích s použitím různé úrovně preference. Francie je tak typická především zaváděním experimentálních prvků, jak bylo také uvedeno výše, především zde byly prvně použity tramvaje na pneumatikách, resp. systém TVR, jehož provozování ale bylo již ukončeno, a také bateriové tramvaje, aby v centru měst nebylo používání trolejové vedení. Mimoto se také rozvíjejí vlakotramvaje – především Paříž a Lyon. Tratě v Lille pocházející z počátku 20. století jsou typu interurbans. Masivní rozvoj se zastavil v posledním desetiletí, kdy řada měst redukovala své plány, takže někde bylo postaveno nakonec spíše málo funkční torzo sítě – Aubagne s délkou 3 km či Avignon s délkou 5 km. Avignon počítá s dalším rozvojem, v jiných městech ale od výstavby kolejí ustoupili z důvodů finančních či politických, a místo

toho došlo k modernizaci sítí autobusových, např. ve smyslu BRT. Nejdelší síť tak má Paříž, resp. region Île-de-France s délkou 163 km, jde ale o 12 navzájem provozně a ve většině případů i stavebně, někde i technologicky oddělených linek, nejdelší síť v pravém slova smyslu má Bordeaux – 80 km. Rozchod převažuje 1435 mm, u tramvají na pneumatikách logicky tento parametr nemá smysl.

Francie je typická maximální preferencí systému 1 trasa = 1 linka, který je v řadě měst použit zcela důsledně. Zdejší tramvajové systémy mnohdy plní páteřní roli a významně zvýšily atraktivitu veřejné dopravy pro uživatele, škoda je však, že další rozvojové plány byly v některých městech redukovány nebo dokonce zcela zrušeny, přesto ale lze říci, že francouzské tramvaje zaznamenaly smysluplné obrození.

1.9.2.6 Španělsko

Situace v této zemi je velmi podobná Francii, dnes tramvaje jezdí v 15 městech, rozvoj nebyl tak silný, dokonce ve Velézu-Maláze došlo po pěti letech k uzavření zcela nového systému. Důvodem byla jistě i jeho malá délka 5 km. Vůbec pro Španělsko platí podobné charakteristiky jako pro Francii, nejdelším systémem je Alicante s délkou 111 km, zde ale velká část sítě formálně patří pod koncept vlakotramvaje, nejkratší je Sevilla o délce pouze 2 km. Také zde jsou nové úseky trasovány stavebně velkoryse, nikoliv však vždy na vlastním tělese, časté jsou tratě v pouličním provozu a používají se některé experimenty, především bateriové tramvaje nabíjené staticky – právě v Seville. Unikátem je historická tramvaj v Sólleru, která má spíše funkci turistickou než ryze dopravní.

Odlišností od Francie je částečné využívání směrové nabídky tam, kde síť tuto možnost nabízejí, celkově jde ale o analogii Francie, pouze v menším měřítku.

1.9.2.7 Velká Británie

V této zemi došlo ke zrušení přibližně 200 provozů (Bílek, 2000) a zachovaly se pouze dva – světově unikátní koňská tramvaj na ostrově Man a síť, resp. trať v přímořském Blackpoolu vedená po vlastním tělese. Také zde došlo od 80. let k renesanci tramvají, ta ale neznamenala takový rozmach jako ve Francii či Španělsku, dnes existuje pouze 8 provozů, mezi nimi zmíněná koňská tramvaj a jediný přeživší klasický provoz v Blackpoolu. Zásadní odlišností od kontinentu ale je, že britské tramvaje ve značné míře využívají dříve zrušených železničních tratí a pouze v centrech měst vstupují do uličního prostoru, podle definice by tak jednoznačně odpovídaly konceptu vlakotramvaje. Vzhledem k tomu, že se ale jedná buď o přestavbu, nebo o obnovení dříve zrušené tratě, jsou tyto provozování označovány jako klasické tramvaje, ostatně podobným způsobem vznikl i provoz metra v Newcastleu. S tím souvisí i technická charakteristika, časté vedení tratí zcela nezávisle na silničních komunikacích, případně vlastní těleso, v menší míře jde o pouliční úseky. Rozvoj nových britských tramvají nicméně nedosáhl velkého rozsahu, především zřejmě kvůli zvolenému konceptu a finanční nákladnosti. V organizaci provozu se upřednostňuje systém jedna linka = jedna trasa, s náznakem směrové nabídky se lze setkat pouze v malé síti v aglomeraci Londýna – Croydon a okolí. Ve Velké Británii tak existuje stále velký potenciál pro návrat tramvajové dopravy, ačkoliv síť v Manchesteru měří 98 km.

1.9.2.8 Itálie

Zde přežilo vlnu rušení několik klasických městských provozů, v nedávné době došlo k výstavbě nových, takže dnes lze v Itálii identifikovat celkem 13 tramvajových sítí. Díky tomuto vývoji jsou odlišnosti značné, dlouhé městské sítě fungují v Miláně či Turíně (128,

resp. 58 km), torzo původní sítě je v Římě a Neapoli (31, resp. 10 km), nové velkorysé sítě vznikly ve Firenze (Florencii) či Sassari, zde jde ale spíše o malé sítě, spíše jednotlivé tratě – Sassari pouze 4 km. Také Itálie se stala domovem nových konceptů, ve Venezii a Padově tramvaje Translohr na pneumatikách, v Padově je nadto část tratě bez vrchního vedení. Cagliari disponuje vlakotramvají (Kameníček, 2015b), některá města mají ve své síti příměstské tratě, ovšem již ne charakteru interurbans. Z toho plyne velká technická pestrost provozů a jejich trasování. Nové úseky mají často vlastní těleso, starší úseky vedou v uliční síti. Naprostým unikátem je historická tramvaj v Trieste, která je technicky propojena s lanovkovou sekcí v prudém stoupání, tento provoz je z technických důvodů ale několik let již mimo provoz. I ve velkých sítích se využívá koncept 1 linka = 1 trasa, s výjimkou center, kde je síť poměrně složitá; to se týká Milána či Turína. Také zde došlo ke zrušení některých rozvojových plánů, vcelku ale lze říci, že v Itálii je tramvajová doprava solidně rozvinuta, i když jistě existují mezery.

1.9.2.9 Belgie

Tato země disponuje pěti zásadně odlišnými provozy. Brusel a Antverpy mají složité městské sítě, ve kterých je částečně aplikován systém premetra, přestože v Antverpách výstavba klasického metra nenastane, Gent je pak klasickou městskou sítí. Všechny tři mají tedy společné technické charakteristiky častého vedení tratí v uličním prostoru (v Bruselu ovšem mnohdy na vlastním tělese uprostřed), nepočítaje úseky premetra a užití konceptu 1 linka = 1 trasa. Naproti tomu Charleroi je hybridem modernizované sítě ve smyslu Stadtbahn nebo dokonce metra a torza původní rozsáhlé sítě interurbans. Na síti tak linky přecházejí z tratí ve stylu metra do úseků interurbans, jde tak o provoz zcela mimo jakékoliv kategorie. Původně měla modernizace být velkorysejší a síť větší, kvůli nákladům ale byla zastavena a některé úseky dokonce zrušeny, dnes tedy jde o dosti nefunkční systém tří radiál a centrálního okruhu neobsluhující všechny důležité relace ve městě či aglomeraci. Poslední provoz představuje pobřežní trať Knokke – De Panne, také pozůstatek sítě interurbans o délce 69 km, jenž přežil díky atraktivnímu trasování podél moře. Potenciál rozvoje nepochybně existuje, další provoz by měl být otevřen v Liège, plánují se i nové úseky stávajících provozů, celkově ale Belgie zaostává podobně jako Velká Británie.

1.9.2.10 Švýcarsko

Tato země má pouze šest provozů, většina z nich pochází z přelomu 19. a 20. století. Pro Švýcarsko jsou ale typické tratě na pomezí vlaku a tramvaje, které by bylo možné zařadit pod koncept vlakotramvaje, nicméně tam patří do železniční dopravy, ačkoliv obsluhují i centra měst v souběhu s tramvajemi. Všechny provozy jsou městskými sítěmi a zaznamenávají rozmach včetně výstavby příměstských tratí, trasovaných ovšem velkoryse. Ženeva a Basel provozují v legislativním smyslu linky mezistátní (do Francie a Německa), v Ženevě, Bernu, Baselu i Zürichu mají tramvaje páteřní roli. Všechna tato města mají společnou moderní podobu sítě s použitím preference, spíše jen na mimoměstských úsecích se ale používá železniční podoba tratě, jinak převažuje podoba městská, v komunikaci. Specifikem je jediná přeživší linka v Neuchâtelu, linka původně ve stylu interurbans, kdy vnitroměstská síť byla nahrazena trolejbusy. V roce 1991 pak byla zprovozněna linka v Lausanne, oficiálně značená jako metro, nicméně charakterem tratě patří jednoznačně mezi tramvaje. Jde o jednoúčelovou trasu napojující především areál univerzity. Rozdílem mezi prvními čtyřmi městy na jedné straně a Neuchâtelem a Lausanne na straně druhé je také jiný typ ukončení – u městských provozů smyčky.



Obr.39 Typická podoba smyčky ve Švýcarsku, Zürich-Frankental

1.9.2.11 Maďarsko

Tento stát disponuje pouze čtyřmi provozy, z nichž Budapešť je městem, kde páteř tvoří metro, přesto i tam je tramvajová doprava velmi významným prvkem a po etapě rušení tratí dochází k jejímu rozvoji, tramvaje zde netypicky obsluhují také řadu tangenciálních relací. Budapešť byla typická převažujícím konceptem 1 linka = 1 trasa s relativně krátkými linkami, v poslední době dochází ke spojování linek a částečnému přechodu ke směrové nabídce, tedy proces opačný oproti většině měst, která zavádějí změnu. Je zde také typické využití obousměrných tramvajů, protože drtivá většina tratí je ukončena kolejovým přejezdem, a také využití vlastního tělesa v různé podobě, slabší je využití preference na SSZ. Zbývající města mají síť řádově menší, převažuje ovšem také koncept 1 linka = 1 trasa a tramvaje zde hrají páteřní roli, především v Miskolci, kde tramvajová trať prochází celým městem a tvoří tak páteř i v přeneseném slova smyslu. Pro všechny společné je také slabé využití preference na SZZ a naopak rozvoj stavebních prvků preference, všechny síť jsou typicky městské, v Debrecenu je specifikem ukončení obou tratí velkým jednosměrným objezdem, v Szegedu naopak existují úseky původních tratí interurbans, které jsou ukončeny kolejovým trojúhelníkem (foto v teoretické části). Každý provoz tak má svá technická specifika, tak jako v ČR se odlišují provozy konceptem provozu a charakterem osídlení.

1.9.2.12 Rumunsko

11 provozů je v současnosti v provozu v Rumunsku, specifikem této země je výstavba nových provozů v 80. letech 20. století, z nichž některé byly již zrušeny, šlo zpravidla o zcela

jednoučelové provozy, dodnes z této etapy existují provozy čtyři. Starší provozy jsou pak městskými sítěmi s jednoučelovými úseky, kde je provoz organizován velmi nárazově, případně ve velmi slabé frekvenci jednotek spojů denně. To platí především pro Arad s jednoučelovými úseky a nadto velmi dlouhou tratí interurbans víceméně v původní podobě z poloviny 20. století. Technický stav se průběžně zlepšuje, přestože došlo také ke zrušení některých tratí či dokonce provozů. Typické jsou smyčky a časté využívání vlastního tělesa mimo centra měst, v centrech pak je preference slabá. Přesto ale lze říci, že přeživší provozy hrají ve svých městech významnou nebo dokonce páteřní roli (Timișoara, Arad), v Bukurešti je páteří metro, podoba tramvajové sítě je taková, že existují relativně krátké radiální a také tangenciální linky, centrum města je obklopeno konečnými jednotlivých radiál a jejich skupin, síť je tak sice celistvá, ale cestování přes město je jen pomocí tramvají velmi obtížné. Při výstavbě metra nicméně nedochází již k likvidaci dalších tratí.

1.9.2.13 Rusko

Tato země disponuje 59 provozy různého charakteru, různé délky i linkového vedení, je zde možné najít příklady všech kombinací. Společným jmenovatelem je zásadní ukončování tratí smyčkami, někdy i velmi rozsáhlými, ukončení kolejovým přejezdem je raritou, velmi časté je používání vlastního tělesa v různé podobě, velmi často i nezávisle na silnicích, jindy ale podél komunikací a v jejich ose. Zejména v menších městech jsou špatně řešené zastávky, často bez vhodného nástupního prostoru, ani označení nebývá kvalitní. Nejdelším provozem je Petrohrad s 217 km tratí, nejkratší Krasnoturinsk s torzem původní sítě v délce 4 km. Většina sítí je městských, některé jsou ale i jednoučelové, nebo obsahují velký podíl jednoučelových tratí – již zmíněný Volžskij, dále Angarsk, Prokopjevsk aj. U řady měst po likvidaci části sítě zůstalo torzo s velmi omezeným dopravním významem, naopak v některých tvoří páteřní dopravu, někdy i při současném fungování metra ve městě – např. Kazaň. Významnou roli hrají tramvaje i v dalších městech s metrem, především Moskvě a Petrohradu. Dalším společným jmenovatelem ruských měst je ale silná konkurence ze strany tzv. maršrutek, což jsou linková taxi po určené trase, ale s jiným provozním konceptem, proto v řadě ruských měst tramvaje sice existují, ale jejich role není tak významná, jak by mohlo být i vzhledem k trasování. Koncepty linkového vedení jsou různé, většinou ale směřují spíše ke směrové nabídce, v některých městech dovedené až do velkého detailu – 73kilometrová síť v Magnitogorsku je obsluhována přibližně 40 linkami s dlouhými intervaly a polookružním vedením téměř všech linek, na jedné konečné je ukončeno 4–8 linek. Koncept 1 linka = 1 trasa je použit spíše v malých sítích, u torz sítí sestávajících z jedné trati ani není jiná možnost (Krasnoturinsk, Volčansk, Kaliningrad). Celkově ruské provozy trpí podudržovaností (kromě největších měst) a konkurencí maršrutek, ačkoliv potenciál je velký.

1.9.2.14 Bělorusko

Tato země je výjimečná tím, že ze čtyř provozů jsou dva klasické městské, další dva pak představují čisté příklady jednoučelových tratí, provozy v Mozyru i Novopolocku vždy zajišťují dopravu do průmyslových areálů a jízdní řády jsou přizpůsobeny poptávce. Jinak charakteristiky jsou podobné Rusku, tedy výhradní používání smyček a směrová nabídka ve větších sítích.

1.9.2.15 USA

Tato země podle definice má 34 tramvajových provozů, takových jako v Evropě je z nich ale menšina, některé provozy inklinují spíše k vlakotramvaji (Cleveland, Los Angeles, San

Diego), vedle toho má řada provozů specifickou funkci obsluhy centra, takže tratě jsou krátké, určené v podstatě pouze pro pohyb v úzké oblasti bez jakéhokoliv významu pro město či aglomeraci. Sem lze zařadit provozy v Atlantě, Cincinnati, Detroitu, El Pasu, Kansas City, Milwaukee, Tacomě, Tucsonu a Washingtonu, tvoří tedy čtvrtinu veškerých provozů. Jejich délka se pohybuje mezi 3 a 8 km, tratě jsou často okružní či polookružní. Do počtu 34 současně nejsou započítány v USA oblíbené „heritage trams“ s historickými vozidly, které ovšem reálný dopravní význam nemají už vůbec, přestože jejich využití je mnohdy větší než u pravidelné dopravy. Mezi provozy evropského typu lze zařadit především Philadelphii s torzem původní podoby velkých amerických tramvajových systémů, kde byly vedeny linky souběžnými ulicemi, z toho se zde zachovalo 5 linek výchozích z jednoho terminálu, celková délka systému je (s dalšími linkami) 153 km, a San Francisco s délkou sítě 50 km a klasickým trasováním v ulicích. Jde tedy o klasické městské provozy. V USA se dosti důsledně uplatňuje koncept 1 linka = 1 trasa se souběhy pouze směrem k jedné konečné, pokud jde o větší síť. Řada tramvajových provozů je ale z marketingových důvodů označována jako metro. Potenciál tramvají v USA je velký, hlavním problémem je ale obecná neoblíbenost veřejné dopravy. Přesto v některých městech plní tramvaje v rámci možností roli páteřní dopravy.

1.9.2.16 Kanada

Momentálně zahrnuje pět systémů, z nichž pouze jeden je původní, a to v Torontu, podobně jako v Philadelphii jde o podobu původních zaoceánských systémů, v tomto případě ale nejde jen o torzo, ale funkční systém obsluhující velkou část města, jde tedy o poslední plně funkční původní americký tramvajový provoz, přes zrušení některých tratí a výstavbu metra (Kroupa, 2021). Dnešní systém měří 83 km. Zbylé čtyři provozy vznikly po roce 1978 a jde spíše o provozy typu Stadtbahn, které mají reálnou pozici páteřní dopravy, pokud by jejich síť byly dostatečně rozsáhlé. To zatím splňuje jen síť v Calgary o délce 62 km. Rozdíl mezi Torontem a ostatními provozy je i v charakteristice tratí, kde Toronto využívá jednosměrné vozy, ostatní provozy používají kolejové přejezdy na konečných. Obecně je ale uplatňován koncept 1 linka = 1 trasa.

1.9.2.17 Čína

Stát zahrnuje 21 provozů, z nichž většina vznikla v poslední době, původní z přelomu 19. a 20. století pochází pouze síť v Dalienu, Čchangčchunu a Hongkongu s unikátní sítí používající dvoupodlažní tramvaje. Čína je obecně domovem řady inovativních postupů, objevují se zde tramvaje na pneumatikách či bateriové tramvaje, tramvaje jsou často stavěny jako doplněk k živelně se rozvíjejícím sítím metra. Po epidemii koronaviru ale některé provozy nenaplnily očekávání, a tak je provoz omezován, v Čuchai byl provoz zcela zrušen. Vzhledem k velikosti čínských měst zde mají tramvaje roli doplňkovou, nejdelší síť v Šenjangu měří pouze 75 km, což k počtu obyvatel a délce linek metra je epizodní. Potenciál existuje, výstavba tramvají je výrazně levnější, ale přesto dochází k rozvoji velmi pomalu.

1.9.2.18 Japonsko

Tramvajová doprava v této zemi je velmi zastaralá, tramvajové sítě jsou krátké, oproti minulosti silně redukováné a provozované často archaickými vozidly. Z existujících 18 provozů jen síť ve Fukui je moderní, současně nejdelší síť je 35 km v Hirošimě. Je tedy zjevné, že japonské tramvaje mají ještě epizodnější roli než čínské, navíc nedochází k rozvoji.

1.9.2.19 Austrálie

Disponuje šesti převážně moderními provozy, z nichž unikátem je ten v Melbourne z roku 1909. Jde jednak o nejdelší provoz světa – 250 km, jednak je vedle Toronta jediným představitelem původních tramvajových provozů anglosaského světa, které se zachovaly téměř v nezměněné podobě, což se projevuje především v trasování a pokrytí území. Melbournské tramvaje mají ve městě páteřní roli v pravém slova smyslu. Zbylé provozy jsou kratší a vzhledem k urbanismu australských měst tak mají spíše doplňkovou roli, přesto i zde by při větším rozšíření mohly převzít větší přepravní roli.

Ostatní státy Evropy i mimo Evropu provozují na svém území jednotky sítí bez výrazných speciálních vlastností, proto jim zde není věnována pozornost, podobně jako Ukrajině, kde je budoucnost sítí v řadě měst z celkového počtu 18 nejistá.

2. Metro

Pojem metra je dnes velmi rozmělněn, často nejde o metro ve smyslu definice, jak bude uvedena později, ale jde spíše o marketingové označení, aby potenciální cestující byli více motivováni využívat veřejnou dopravu, než kdyby se jednalo o tramvaj. Metro je považované kvalitativně za vyšší dopravní prostředek, jde tedy spíše o psychologický aspekt – i to může ale vést ke zvýšení podílu veřejné dopravy. Označením ve smyslu metra jsou opatřeny někdy i tramvajové provozy v konceptu Stadtbahn, jak bylo uvedeno v části o tramvajích, např. v Německu označením U-Bahn, používaném dříve výhradně pro metro, dnes je ale tato zkratka někdy vykládána jako nezávislá dráha (Unabhängigbahn), jak bylo také dříve uvedeno. Konečně někdy je jako metro označována z komerčních důvodů i lanovka, to se týká např. pozemní lanovky ve švýcarském středisku Saas-Fee vedené zcela v tunelu (což je jedním ze znaků metra) nebo lanovky v rakouském středisku Serfaus, jež je i oficiálně označena jako U-Bahn (Schwandl, 2014). Problémy s definicí ale nastávají hned po vzniku nového dopravního prostředku, neboť řada z prvních provozů nesplňovala, či dodnes nesplňuje parametry metra.

2.1 Historie

Metru předcházely v rámci městské dopravy tramvaje a ještě dříve železnice, všechny dopravní prostředky ale mají svůj počátek v 19. století, metro vzniklo v reakci na růst přepravních proudů ve městech, kdy tehdejší silniční doprava, ani tramvaje již nedokázaly požadavky uspokojovat, jednak kvůli velké síle těchto proudů, jednak kvůli přehlcenosti ulic. Technicky byly ale první metra mnohem blíže železnici než tramvaj, protože byly stavěny s vlastní dopravní cestou bez křížení nejen s jinými dopravními prostředky, ale i bez křížení s trasami cestujících, což byla ještě nadstavba proti železnici. Na železnici v té době probíhal (a dodnes na menších stanicích probíhá) nástup a výstup často tak, že se cestující pohybovali v kolejišti, kdežto metro hned od počátku využívalo zvýšená nástupiště, ze kterých cestující museli nastupovat. Metro kvůli potřebě obsloužit silné proudy cestujících nemohlo využívat koňský pohon s malou kapacitou, proto první sítě byly stavěny jako parní železnice.

Vůbec prvním metrem na světě se stala síť v Londýně, podle jejího názvu Metropolitan Railway, tedy „železnice hlavního města“, postupně byl zkrácený název převzat pro celý dopravní prostředek. První londýnský úsek byl zprovozněn v roce 1863 mezi

zastávkami Paddington a Farringdon, linka, která dnes obsluhuje tento úsek, nese dodnes název Metropolitan Line. První úsek byl veden celý v tunelu, další prodloužení ale byla i povrchová, zejména kvůli výrazně nižším nákladům na výstavbu. Postupně docházelo také k elektrifikaci, první zcela elektrickou linkou byla část dnešní Severní linky (Northern Line) z roku 1890.

Další provozy ve své době vzniku splňovaly dnešní kritéria metra ještě méně. Roku 1868 vzniklo metro v New Yorku, jednalo se ale o nadzemní dráhu (na Greenwich Street), tedy dnešní terminologií o městskou železnici (rychlodráhu), linka byla přeložena pod zem až v průběhu 20. století. První linka metra podle definice zde vznikla až roku 1904. Podobná situace panovala v Athénách, kde první část dnešní sítě metra spojovala Athény a přístav Pireus, to proběhlo v roce 1869. Také zde šlo ale o klasickou železnici, navíc s velmi omezeným provozem, kdy jezdilo pouze několik spojů denně. Až na počátku 20. století došlo k elektrifikaci a až roku 1957 vznikl tunelový úsek, čímž provoz splnil kritéria metra (Křivánek, Šmíd a Vítek, 1986). Další trasou, která byla ve své době označována za metro, byla krátká pozemní, svým vedením ale celá v tunelu, lanovka v tureckém Istanbulu. Její délka činila a dodnes činí pouze 573 m, výjimečnou ji činí trasování nikoliv v prudkém stoupání, ale pod mořským zálivem. Pokud by ale takovýto dopravní prostředek mohl být řazen mezi metro, dala by se mezi metra zařadit i lanovka na výšinu Imperial v Karlových Varech. Dnes je tato lanovka již klasicky řazena mezi lanovky a první skutečná linka metra v Istanbulu byla zprovozněna až roku 1989. Také další provoz v Chicagu otevřený v roce 1892 zprvu neměl vůbec podzemní úseky a dodnes jich má velmi málo (pouze 18 km ze 169). Až v roce 1896 vznikly dva provozy, které hned od počátku splňovaly kritéria pro metro, a to skotské Glasgow a hlavní město Maďarska (tehdy samozřejmě součást Rakousko-Uherska). Trasy byly vedeny v podzemí (zde v celé délce) a byly od počátku stavěny s elektrickým pohonem (Křivánek, Šmíd a Vítek, 1986).



Obr.40 Nejstarší linka metra na evropském kontinentu, Budapest-Szechenyi fürdő

Od počátku 20. století se pak metro začalo rozvíjet bouřlivěji, sítě otevírala evropská i americká velkoměsta, po 2. světové válce pak k výstavbě přistoupila i menší města v Evropě i jinde. Především od 60. let vznikalo v každé dekádě více než 10 nových provozů (Křivánek, Šmíd a Vítek, 1986). Postupem doby se začaly rozměňovat i kritéria na metro a také vznikly různé experimenty, mezi nimi zejména metro bez řidiče a také metro na pneumatikách, oba nové principy vznikly ve Francii. Kvůli vysokým nákladům na výstavbu začalo být metro stavěno více na povrchu než v podzemí a řada měst od metra upustila zcela ve prospěch moderních tramvajových tratí v konceptu Stadtbahn, ve většině rozvinutých zemí tak nové provozy již nevznikají, pouze se stávající sítě prodlužují, někde ani to již ne, např. v USA poslední nová síť vznikla roku 1993 v Los Angeles, v Japonsku v Sendai roku 1987, v Německu v roce 1972 v Nürnbergu. Naproti tomu v rozvíjejících se zemích nastal masivní rozvoj v posledních desetiletích, především v Číně a Indii, kde první síť vznikla v roce 1984 v Kalkatě a dnes provozuje metro již 14 měst, resp. v případě Číny, kde Peking otevřel svou síť roku 1969, dnes už je ale čínských měst s metrem 44 a v posledních dvaceti letech se zjednodušeně řečeno každý rok otevírá alespoň jeden nový provoz. Současně čínské sítě rostou velmi rychle, šanghajska síť se zárodkem z roku 1995 již dosahuje délky přes 800 km.

V historii nedošlo ke zrušení žádné sítě metra, pouze výjimečně byly zrušeny některé úseky, především ale ve vazbě na přestavbu a změnu trasování, což souvisí i s převažujícím odlišným konceptem linkového vedení. Příkladem pro takové zrušení je úsek na vídeňské lince U2 mezi zastávkami Volkstheater a Rathaus, kde jsou stavěna nová prodloužení na obě

strany, a stávající linka bude rozdělena mezi dvě nové. Častější je zrušení některých zastávek zpravidla kvůli blízkosti (opět ve Vídni na zmíněném úseku, kde byla zrušena zastávka Lerchenfelder Straße, původně byla totiž trasa postavena pro podpovrchovou tramvaj s krátkými mezistaničními úseky, více takových zastávek, i viditelných při cestování, je v Paříži). Samostatnou kapitolou jsou nedostavěné úseky, např. v některých ruských městech, zárodek nikdy nedostavěného metra v Bratislavě nebo úseky v Charleroi v Belgii, kde vznikl hybrid mezi tramvají a metrem, jak bylo také uvedeno v příslušné kapitole.

2.2 Definice pojmu a technické parametry infrastruktury

Metro je ve své podstatě železniční trať, kde jsou některé vlastnosti posíleny, resp. přesně stanoveny, proto v české legislativě je používán název speciální dráha. Tento pojem se tedy týká pouze pražského metra. Anglický termín pro tento dopravní prostředek je heavy rail, na rozdíl od tramvají, které se označují pojmem light rail, pokud jde o moderní provoz. V konkrétních městech ale existují specifická označení, např. v Londýně výraz tube. Aby dopravní prostředek byl zařazen do kategorie metro, měl by mít sto procentně **vlastní dopravní cestu**, a to **bez křížení jak s jinými dopravními prostředky**, tak **s cestami cestujících při nástupu a výstupu**, ale **i bez křížení s povrchovými cestami vůbec**, dále má používat **automatický systém řízení dopravy** (zjednodušeně autoblok) a alespoň část trasy má být **vedena v tunelu** (Mervart, Rathouský, Kolář a Novák, 2021). Poslední podmínka dnes není vždy splněna, kompletně povrchové sítě má americké Miami či indické Kočí, zde jde ale spíše o tradiční podmínku, která není klíčová pro provozní charakteristiky metra. Protože to je určeno pro silné proudy cestujících, mělo by mít relativně krátký interval, vysokou cestovní rychlost a bezpečný provoz. To nejlépe zajistí právě systém řízení bez zásahu zvenčí, tedy autoblok a naprostá eliminace kritických míst v případě křížení s libovolnou jinou dopravou. Ve výjimečných případech není splněna ani tato podmínka, např. britský Newcastle, jehož síť je řazena mezi metro, na svých trasách obsahuje 8 úrovněových křížení, neboť jde původně o železniční trať přestavěnou do parametrů metra, na jednom úseku je trať dokonce sdílena s běžnými vlaky, podobně existují přejezdy a přechody také na některých úsecích v předměstích Chicaga. Striktně řečeno by tedy tato síť měla být řazena spíše mezi tramvaje nebo vlakotramvaje. Podobným nedostatkem trpí některé úseky v norském hlavním městě Oslo, je tedy zjevné, že definice je mírně ohebná. Řada provozů má podpovrchově vedenou z ekonomických důvodů pouze menšinu sítě, jako Toronto (Kroupa, 2021) nebo nizozemská města Amsterdam a Rotterdam, přestože tam je to způsobeno především geologickými podmínkami (Křivánek, Šmíd a Vítek, 1986). Obecně lze říci, že ve státech chápaných pod souhrnným označením Západ se hojněji používalo povrchové vedení, zatímco v zemích bývalého východního světa převažuje podzemní vedení – dnes se ale rozdíl postupně stírá. Některá metra v Turecku mají také spíše charakter moderní rychlodrážní tramvaje – např. Bursa či Izmir.

Analogicky metro má podobné vlastnosti infrastruktury jako tramvaje, tedy především rozchod, pohon, nápravová hmotnost, maximální sklon, průjezdný profil a počet kolejí.

Rozchod odpovídá podobně jako tramvaje většinovému rozchodu používanému v příslušné zemi, tedy při normálním rozchodu železnice se využívá normální rozchod 1435 mm, v zemích s rozchodem širokým pak podobně, tedy v Rusku a dalších zemích bývalého SSSR 1520 mm, v Brazílii 1600 mm apod. Úzký rozchod se nicméně nepoužívá. Specifické je metro na pneumatikách, používané např. na některých linkách v Paříži, na

takových trasách pak vozidla mají jak vodící kola kovová, tak pryžová, která nesou váhu vozidla, tento „rozchod“ pak má hodnotu 2060 mm. Pneumatiky mají za úkol snížit hluk vznikající při provozu metra v tunelech, mají na druhou stranu jiné nevýhody, plynoucí především z častého brzdění.

Pohon je u metra zásadně elektrický, častěji než odběr z vrchního elektrického vedení se ale využívá třetí (boční) kolejnice – v některých provozech, nebo dokonce na vybraných tratích v rámci jednoho provozu se používá i vrchní přívod. Zpravidla jde o historické důvody, trať U6 ve Vídni je původní přestavěnou železnicí, která si podržela původní přívod proudu, kdežto ostatní trasy využívají třetí kolejnici. Zcela neobvyklý je pohon dieselový, čerstvě otevřený provoz v nigerijském Lagosu nebyl při uvedení do provozu dosud elektrizován, je to ale v plánu.

Vzhledem k tomu, že metro je principiálně používáno pouze pro osobní dopravu, zbývající tři technické parametry nehrají zásadní roli, při pořizování nových vozidel jsou tato přizpůsobována stávajícím tratím, nikoliv naopak, spíše výjimečně dochází k rozsáhlé rekonstrukci tratí, různé parametry mohou být použity při výstavbě nových tras, a to i v rámci jednoho provozu (typické pro Čínu, kde se jednotlivé linky technicky i vozidlovým parkem někdy liší).

Vzhledem k potřebě obsluhovat silné přepravní proudy se u metra očekává krátký interval, čemuž vyhovuje zásadní používání dvojkolejných tratí. Na vybraných úsecích se slabým provozem ale mohou být výjimečně tratě jednokolejné, to se týká poslední zastávky na lince U2 v Nürnbergu (spojení k letišti), kde kvůli slabé poptávce nebylo efektivní stavět trať dvojkolejnou. Jednokolejné mohou být také traťové spojky. Naproti tomu New York na vytížených úsecích provozuje tří- a čtyřkolejné tratě, protože na některých trasách jsou provozovány jak zastávkové, tak expresní linky v souhrnném intervalu takovém, že by nebylo možné zajistit na dvojkolejné trati plynulý provoz.

Rovněž vzhledem k dlouhým vlakům u metra téměř výhradně převažuje ukončení pomocí kolejových přejezdů, jelikož prostor pro smyčky by zabral příliš místa, nehledě na metro vedené v tunelu, kde by taková výstavba byla extrémně nákladná. Výjimkou je Paříž, kde bylo metro historicky i v podzemí na některých linkách ukončeno smyčkou, tento unikát se na některých linkách dochoval dosud (linka M6). Specifikem je pak ukončení objezdem po více tratích, pokud je tomu podoba sítě uzpůsobena – např. Chicago, viz dále. V tomto smyslu unikátem je skotské Glasgow s jedinou okružní linkou.

Vedle metra na pneumatikách, které se už příliš nerozvíjí, vznikl v 80. letech další fenomén, jenž je rozvíjen i nadále, a tím je metro bez řidiče. Motivem tohoto podtypu je jednak snížení mzdových nákladů a eventuální překonání problémů s nedostatkem vhodných zaměstnanců, mimoto ale také vyšší bezpečnost díky eliminaci lidského faktoru při řízení a kratší doba stanicování, což je klíčové pro zvyšování kapacity prostřednictvím zkracování intervalů. Při klasickém provozu může dosáhnout minimální interval kolem 90–100 sekund, při automatickém řízení může klesnout k 80 sekundám. Může se zdát, že jde o pokles malý, v realu ale jde o zvýšení počtu spojů o 5 za hodinu. První metro tohoto typu bylo zprovozněno roku 1983 v Lille ve Francii, přestože první motivační faktor nedosáhl očekávané úrovně, byly a jsou stavěny i další provozy automatického metra. Obecně existují dvě koncepce, jednou je celá síť automatického metra, to je vhodné především pro menší města, v takovém případě se používají i méně kapacitní vlaky, druhou je výstavba oddělených tras v rámci

většího systému, kde vedle sebe paralelně existují jak běžné, tak automatizované trasy. Příkladem první koncepce je francouzské Toulouse, město s přibližně půl milionem obyvatel a dvěma linkami automatického metra, nebo švýcarské Lausanne s jedinou trasou a čtvrt milionem obyvatel. Současně lze Lausanne považovat za nejmenší město s provozem metra, pokud sem nebudou řazeny pozemní lanovky s tunelovou trasou, jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly. Druhou koncepcí využívá Paříž, kde až 14. trasa metra byla postavena jako automatická, v průběhu doby se plánovala přestavba velké části dosavadní sítě, dosud tak ale bylo provedeno pouze u jedné další trasy. Unikátem byl Nürnberg, kde existuje větvená trasa, a po jistou dobu na jedné větvi (lince) byly v provozu automatické vlaky, zatímco na druhé vlaky s řidičem, na společném úseku se tak střídaly oba typy vlaků. Posléze ale došlo k přestavbě na automatický provoz na obou větvích. Také Praha plánuje na budované čtvrté trase automatický provoz.

Původně pro automatické metro vznikl koncept zastávek s nástupními dveřmi. Zastávky na takových linkách jsou tam od trasy pro vlaky odděleny stěnou s posuvnými dveřmi, které se otevírají pouze tehdy, když vlak stojí v zastávce, přičemž automat zajistí, aby dveře v zastávkové stěně byly vždy proti dveřím ve vozech. Proto je v takových případech obtížné měnit koncepčně vozový park. Typické je to pro francouzská automatická metra, naopak německý systém v Nürnbergu toto nepoužívá.



Obr.41 Automatické metro, Nürnberg-Ziegelstein



Obr.42 Zastávka metra v dohledové vzdálenosti (původně podpovrchová tramvaj), Vídeň-Volkstheater

2.3 Provozní koncepty a parametry

U metra je zásadně odlišná situace než u tramvají, neboť v případě metra převažuje výstavba samostatných tras, které mohou být spojeny kolejovými spojkami, často se ale tyto spojky nepoužívají pro provoz s cestujícími. V takovém případě je na každé trase v provozu vždy jedna linka, která může mít v případě potřeby pásmový provoz – jako na pražské trase A končí vlaky v pracovní den kromě večera střídavě na Skalce a Depu Hostivař, jedná se ale stále o jednu linku, někdy mohou být zkrácené trasy označeny zvláštním číslem, např. v Nürnbergu je kratší varianta linky U1 značena jako U11. Ve většině sítí se tedy stírá rozdíl mezi pojmy linka a trasa, což následně může vést ke zmatení pojmů i u jiných dopravních prostředků. Spíše výjimečně je infrastruktura podobná tramvajovým sítím, takže na jedné trase je provozováno více linek a existuje směrová nabídka. Nejedná se ale o směrovou nabídku v pravém slova smyslu, jde spíše o větvení trasy do dvou větví na jedné či obou koncích, výjimečně dochází k přechodům linek mezi různými trasami.

Větvení je použito v několikrát zmíněném Nürnbergu, kde linky U2 a U3 sdílejí střední úsek, nebo v Bruselu. Unikátem je München, kde nelze vůbec sjednotit pojmy linka a trasa, neboť všechny linky sdílejí část své trasy s jinými linkami a přecházejí navzájem mezi svazky; v extrémním případě by bylo možné, aby jeden vlak během dne vystřídal postupně všechny linky v provozu s cestujícími, a to bez manipulačních přejezdů. Sdílené úseky tras pro více linek má také Londýn. Méně obvyklé trasování mají i některé americké sítě, je

vhodné jmenovat New York, kde je síť 25 linek rozdělena do několika provozně v zásadě nezávislých svazků (dílních sítí), v rámci nichž se linky větví, existují ale také nečetné přejezdy mezi dílními sítěmi. Příkladem původní podoby amerických sítí je Chicago, kde čtyři linky ze šesti projíždějí okruhem v centru města (The Loop) po nebo proti směru hodinových ručiček a pokračují na opačnou stranu města nebo se po absolvování smyčky vrací zpět, takže přestup mezi těmito linkami se odehrává jako u tramvají na jednom nástupišti. Původní podoba spočívá v tom, že centrální smyčka je původní nadzemní drahou, jako byla kdysi i první trasa metra v New Yorku.

Kapacita metra je silně závislá na kapacitě vlaků. S tou se dá pracovat prostřednictvím kratších či delších souprav, logicky pro menší města se použijí vlaky kratší. Intervaly mohou v ideálním případě dosáhnout, jak bylo již uvedeno 90–100 sekund, v automatickém provozu i 80 sekund. Kratší hodnoty jsou již nedosažitelné, protože při velké kapacitě vlaků by se cestující nestihli na zastávkách vyměnit. V ideální kombinaci kapacity a minimálního intervalu lze dosáhnout teoretické kapacity na lince (trase) 60 000 cestujících za hodinu, problémem je ale jejich výměna; proto lze této teoretické kapacity dosáhnout spíše na delších úsecích s minimem mezilehlých zastávek, případně při akcích, kde jsou silné proudy vycházející z jedné zastávky (koncerty, sportovní utkání aj.). Cestovní rychlost je výrazně vyšší než u tramvaje díky nezávislosti na ostatní dopravě, může dosahovat v průměru kolem 35 km/h. Této hodnoty dosahuje i metro v Praze. Rychlost je odvislá také od vzdálenosti zastávek, takže v Paříži, kde se pohybuje mezizastávková vzdálenost ve stovkách metrů, je přiměřeně nižší, v Moskvě, kde tato vzdálenost činí více než jeden kilometr a rekordní úsek měří 6 km, je vyšší. Rekord v tomto smyslu dosahuje San Francisco s průměrnou cestovní rychlostí 70 km/h. Sanfranciské metro reálně ale představuje spíše možnost spojení mezi městy v regionu, zatímco centrum samé obsluhují spíše tramvaje (zde ovšem marketingově označované pojmem Metro) a trolejbusy, proto je cestovní rychlost tak vysoká.

Metro by ve městě mělo plnit díky těmto vlastnostem vždy páteřní, nosnou roli, na jeho linky by měly být napojovány další napájecí či jiné linky jiných dopravních prostředků. To je víceméně beze zbytku splněno u všech metra na světě, ovšem s výjimkou provozů, které jsou rozestavěny, a výstavba dosud nepokročila do takové pozice, aby metro mohlo plnit roli páteře. Tak je tomu v ukrajinském Dněpru, kde jediná trasa počíná na okraji centra a vede západním směrem, v průběhu provozování došlo i ke zkrácení používaných souprav. Také italská Genova provozuje dosud nedotaženou síť metra, v Napolí jsou nevhodně trasované některé linky. Amsterdam před výstavbou nejnovější linky provozoval síť se směrovou nabídkou, síť ale byla z větší části k městu tangenciální a procházela méně osídlenými oblastmi, její využití tak bylo nízké. Jde však spíše o výjimky potvrzující pravidlo.

2.4 Metro ve světě

Celkem je dnes (podzim 2023) metro v provozu ve 194 městech, resp. v některých případech v aglomeracích (např. zmíněné San Francisco), někdy jde ovšem spíše o formální věc (Moskva, Mníchov). Celková délka tras činí přibližně 20 000 km. Nejdelší síť má v současnosti Šanghaj – 802 km, nejkratší, 6 km mají rovněž zmíněné Lausanne a Genova. Přestože rodištěm metra je Velká Británie, disponuje dnes pouze třemi provozy, vedle průkopnického Londýna s délkou sítě přes 400 km, existuje síť pouze v Newcastle (nesplňuje zcela kritéria metra) a v Glasgow, navíc další rozvoj buď není plánován vůbec, nebo jen velmi omezeně.

Průkopníkem moderních trendů je i zde Francie, provozující šest systémů metra, z toho tři jsou automatické. Největší a nejstarší je Paříž, jejíž síť je v hranicích historického města velmi hustá a charakterem obsluhy připomíná spíše tramvaj, ovšem v podobě provozně i stavebně oddělených tras.

Německo provozuje v pravém slova smyslu pouze čtyři sítě, z nichž Hamburg má víceméně nadzemní trasy, München a Nürnberg byly zmiňovány výše kvůli neobvyklým vlastnostem infrastruktury, Berlín byl v historii výjimečný tím, že v dobách rozděleného Německa bylo rozděleno do dvou sítí i metro. Některé úseky berlínského metra mají také původní podobu nadzemních drah z počátku 20. století.

Společným jmenovatelem metra v Rusku a dalších nástupnických zemích SSSR, kde bylo metro v dané době postaveno, nebo alespoň rozestavěno, je zásadně podzemní vedení tras (až na výjimky např. nad řekami apod.) a velkolepé budování zastávek, kde vedle funkčnosti hrála velkou roli i estetická stránka. Řada zastávek ze starších dob má bohatou uměleckou výzdobu, některé byly v minulosti oceněny i prestižními cenami, např. zastávka Majakovská v Moskvě (Křivánek, Šmíd a Vítek, 1986). Zastávky z pozdějších dob, především po rozpadu SSSR, byly již stavěny s větším důrazem na užitkovost, přesto zůstává styl spíše palácový, na rozdíl od zemí Západu. Po rozpadu SSSR byla ale výstavba v relativně menších městech (zde je tak třeba chápat v zásadě všechna města kromě Moskvy a Petrohradu) velmi zpomalena nebo dokonce zastavena, takže existují buď torza (Samara, již zmíněný ukrajinský Dněpr), nebo nebyla výstavba vůbec dokončena (Omsk, ukrajinský Doněck). Podobné charakteristiky jako postsovětská metra mělo a má i metro v Praze, řada uměleckých děl z výzdoby ale byla odstraněna nebo dokonce zničena.

Bezkonkurenčně největší rozmach zaznamenává Čína s velkým počtem měst nad milion obyvatel, kde bez metra nelze vůbec přepravní proudy uspokojit, jak již bylo uvedeno, dnes je v provozu metro ve 44 městech a v dalších dvou lze očekávat otevření v nejbližší době. Trasy (linky) měří dohromady přibližně 9 000 km, tedy téměř polovinu světové délky, přestože počet sítí činí přibližně pětinu. Čínu následuje Indie, která vystavěla metro ve 14 městech, z toho první Kalkata je v provozu od roku 1984 a další byly otevřeny až po roce 2010. Indické provozy zatím nedosahují takové délky, nicméně rozvoj pokračuje.

USA mají v provozu celkem 11 sítí metra, ačkoliv při zběžném pohledu je jich mnohem více – častěji než jinde se tam používá název „metro“ i pro tramvajové sítě, jak bylo uvedeno v úvodu. Některé sítě jsou specifické svými vlastnostmi – New York, Chicago a San Francisco, některá metra jsou bez zvláštních parametrů, řada z nich pochází z počátku 20. století. Nejmladší síť je Los Angeles z roku 1993, kde je na první pohled obtížné rozeznat trasy tramvaje a metra, souhrnně jsou i zde označovány jako metro. Obecně je ale vývoj metra v USA spíše dokončen a nové provozy se neplánují, ve většině stávajících nejsou plány ani na rozšíření. Podobně je na tom Kanada, jejíž tři sítě vznikly mezi lety 1954 a 1986 a plány na rozšíření jsou rovněž velmi omezené. Specifikem je Toronto, kde mají různé trasy různé technické řešení, ve Vancouveru funguje automatické metro, neobvyklé je i metro v Montréalu, které je zcela podzemní (u metra takové délky – 69 km je to výjimečné) a vzhledem k poloze ve francouzské části země byl použit i princip vlaků na pneumatikách.

Relativně hodně sítí metra lze nalézt i v Brazílii, a to osm. Všechny provozy jsou nové nebo relativně nové, nejstarší bylo založeno roku 1974 v São Paulo. Naopak nejstarším

metrem Latinské Ameriky je argentinské Buenos Aires z roku 1913, které je při délce 54 km také zcela podzemní.

Austrálie přes existenci milionových měst dlouho žádné metro neprovozovala, ačkoliv Melbourne a Sydney vykazovaly již v dřívějších dobách metro, v obou případech se ale jednalo o systém železničních předměstských drah, svedených v centru do tunelu, provozně šlo ale stále o provoz železniční. První skutečné metro, a to s automatickým provozem, bylo otevřeno v Sydney až roku 2019. Metro tak doplňuje vhodně starší síť městských železnic, s nimiž má velmi podobné technické parametry včetně např. systému napájení.

Řada států opět provozuje jednotky sítě metra, další sítě jsou ve stavbě, v Číně v Liu-čou a Tai-čou. Na závěr bude stručně popsáno metro pražské.

2.5 Pražské metro

První náměty na výstavbu metra v Praze se datují již ke konci 19. století, kdy s nápadem přišel legendární podnikatel Rott, vzhledem k velikosti tehdejší Prahy ale plán nebyl reálný. Další plánovací fáze pak přišla v období 1. republiky, kdy s konkrétním plánem a trasováním přišli List a Belada. Ani tento plán ale nedošel realizace, první konkrétní kroky byly učiněny v době Protektorátu Čechy a Morava, po válce v něm ale z pochopitelných důvodů pokračováno nebylo. Až v poválečném období se plány vrátily, zprvu ale Praha uvažovala pouze o podpovrchové tramvaji, měly být použity tehdy moderní jednosměrné tramvaje typu T3, upomínkou na tuto fázi je podoba zastávky Hlavní nádraží, která byla vybudována jako první ke konci 60. let a zachovala se v původním stavu. Posléze ale bylo rozhodnuto o výstavbě klasického metra bez přechodu do tramvajové sítě, takže další zastávky byly již budovány podle jiného konceptu. Celkově bylo pražské metro stavěno zpočátku podle postupů sovětských s rozlehlými zastávkami palácového typu s uměleckými díly, byť už ne v takové míře jako mají dodnes metra v Moskvě a Petrohradu. První úsek dnešní trasy C mezi zastávkami Florenc (dříve Sokolovská) a Kačerov byl otevřen k výročí ukončení 2. světové války 9. května 1974. Zprvu třívozové vlaky byly postupně prodlužovány až do dnešní podoby vlaků pětivozových. Roku 1978 přibyla trasa A a roku 1985 zatím poslední trasa B, zprovoznění úseků bylo často spojeno s rušením souběžných tramvajových tratí, pokud takové existovaly. Všechny trasy se postupně prodlužovaly, po změně režimu tempo výstavby polevilo, ale také přestaly být rušeny souběžné tramvajové úseky (Fojtík a kol., 2010).

V současné době pražské metro má tři trasy, které po sovětském vzoru vytvářejí v centru přestupní trojúhelník, celková délka činí 65 km. Klasicky je použit i stavební koncept 1 linka = 1 trasa, mezi trasami A–C je u zastávky Muzeum a analogicky mezi trasami B–C je u zastávky Florenc zřízeno propojení, to ale nesmí být použito pro jízdy s cestujícími. Spojka mezi trasami A a B kvůli velkému úrovněovému rozdílu v místě křižování neexistuje. Metro bylo dlouhou dobu plně zakryté, ale v pravém slova smyslu nikoliv podzemní, protože již od roku 1974 jezdí trasa C tubusem Nuselského (dříve Gottwaldova) mostu nad Nuselským údolím. Od roku 2006 neplatí již ani plné zakrytí, neboť začal být s cestujícími využíván původně pouze manipulační úsek k Depu Hostivař na trase A. Dosud poslední prodloužení se odehrálo na opačném konci trasy A v roce 2015. Ve stavbě je zcela nová trasa D, která má být v první fázi napojena na trasu C, posléze by měla být prodloužena až do centra, její finální trasování ale není dosud v centru vyjasněno. Plány počítají s automatickými vlaky.

Celkově pražské metro tvoří páteř pražské MHD, když utváří asi 1/3 přepravního výkonu v počtu cestujících a navazuje na sebe především napájecí autobusové linky. Patří k relativně velmi vytíženým systémům (v přepočtu na počet obyvatel), intervaly ve špičkách pracovního dne jsou krátké, na nejvytíženější lince C dosahují technického minima v ranní špičce kolem 90 sekund, jinak se pohybují mezi 2 a 4 minutami. Jde tedy o plně funkční systém, přestože trasování některých úseků bylo podrobena kritice kvůli ukončení v málo osídlené oblasti (Letňany) nebo nevhodnému křížování tramvajových radiál (prodloužení trasy A z Dejvic k nemocnici Motol). Kritickým místem je také Nuselský most, protože při přerušení provozu na něm by došlo ke kolapsu veřejné, ale do značné míry i individuální dopravy z jižní části města a aglomerace. Most za svoji existenci od 70. let 20. století dosud neprošel zásadní rekonstrukcí. Proto by bylo vhodné vybudovat alternativní spojení pro MHD v podobě vhodného prodloužení plánované trasy D. Další plány typu okružní linky pro město velikosti Prahy nejsou klíčové.

Seznam obrázků

Obr.1	Trať se dvěma rozchody (1000 a 1435 mm), Liberec-Mlýnská	12
Obr.2	Vlakotramvaj na sdílené trati, Hódmezővásárhely, Ady Endre utca	14
Obr.3	Nejstrmější tramvajová trať, Linz, Pöstlingberg	15
Obr.4	Kolejová splítka s dvojitou kolejnicí, Praha u Malostranského náměstí	16
Obr.5	Výhybna na původní jednokolejně trati se zabezpečovacím zařízením, Graz, Mariatrost	17
Obr.6	Jednokolejná trať bez možnosti snadného rozšíření, Szeged, Szabadkai út	18
Obr.7	Jednokolejná smyčka se dvěma předjízdými kolejemi a kolejovou spojkou, Praha-Špejchar	19
Obr.8	Dvojkolejná smyčka, dnes již zjednokolejňená, Praha-Divoká Šárka	20
Obr.9	Bloková smyčka, Vídeň-Grinzing	21
Obr.10	Kolejový trojúhelník, Szeged-Kecskés	22
Obr.11	Obracení na trojúhelníku křižovatky, Olomouc, náměstí Národních hrdinů	23
Obr.12	Kolejový přejezd se dvěma kolejovými spojkami, Praha-Holyně, dnes již přestavěno	24
Obr.13	Dočasný kolejový přejezd, Praha-Vosmíkových	25
Obr.14	Klasické vedení tramvajové tratě, Praha-Strossmayerovo náměstí	26
Obr.15	Netypické vedení tratě podél chodníku, Plzeň, Slovanská	27
Obr.16	Typická trať typu interurbans, Katowice, Chorzów	28
Obr.17	Vlastní dopravní cesta na zatravněném tělese, Praha, trať na Barrandov	29
Obr.18	Trať na vlastním tělese s nepohodlným a zdlouhavým přístupem, vytvářející současně prostorovou bariéru, Praha-Modřanská škola	30
Obr.19	Zdlouhavý přístup na tramvajovou zastávku, Praha-Nádraží Braník	31

Obr.20	Trat' vedená zcela nezávisle na silniční komunikaci, Katowice, Kazimierz Górnicyzky.....	32
Obr.21	Zastávkový prostor umístěný v protisměrném jízdním pruhu, Katowice, Sosnowiec (původní podoba tratě, dnes zdvojkolejněno a trat' integrována do silnice).....	33
Obr.22	Zastávka bez nástupního ostrůvku, Praha-Lazarská před rekonstrukcí	34
Obr.23	Vídeňský ostrůvek využitý autobusem, Praha-Maniny	35
Obr.24	Zastávkový mys v obou směrech, Praha-Krymská.....	36
Obr.25	Počátek fyzicky odděleného jízdního pásu, Praha, Francouzská.....	37
Obr.26	Fyzicky oddělený jízdní pás v podobě zvýšeného tělesa, Praha nad Hlavním nádražím.....	38
Obr.27	Jiná podoba fyzicky odděleného jízdního pásu, Budapest, Bartók Béla út	39
Obr.28	Vyhrazený jízdní pruh, Praha, Smetanovo nábřeží.....	40
Obr.29	Pěší zóna s provozem MHD, Praha, náměstí Republiky	41
Obr.30	Původně dočasné, reálně ale trvalé zakončení tratě kolejovým přejezdem, Brno-Mifkova.....	58
Obr.31	Klasické vedení tramvajové tratě, Plzeň-Brojova.....	62
Obr.32	Trat' v úzkém uličním prostoru centra města, Olomouc, Denisova	64
Obr.33	Smyčka s dvojím rozchodem v předjízdne koleji, Liberec-Lidové sady	66
Obr.34	Vlastní těleso v Litvínově VI, Litvínov-U dílen	69
Obr.35	Přechod tramvajové trati z uličního prostoru na vlastní těleso, Bratislava, Rača	71
Obr.36	Trat' k železárnám, Košice-Perešská.....	72
Obr.37	Různé podoby tramvajové trati, Warszawa-Siodlarska	73
Obr.38	Zakončení tratě zcela mimo komunikaci, Nürnberg-Tiergarten.....	74
Obr.39	Typická podoba smyčky ve Švýcarsku, Zürich-Frankental.....	78
Obr.40	Nejstarší linka metra na evropském kontinentu, Budapest-Szechényi fürdő.....	83
Obr.42	Zastávka metra v dohledové vzdálenosti (původně podpovrchová tramvaj), Vídeň-Volkstheater	87

Seznam použité literatury a zdrojů

- BÍLEK, R., 2000 *Britské tramvaje včera a dnes*. In: MHD 2000 1/2000
- BOHÁČEK, J., GRISA, I. a L. CHROBÁK. *Od koňky k Sedanu (Historie úzkorozchodných drah na Ostravsku a Karvinsku 1902–1973)*. Ostrava: Dopravní podnik Ostrava a.s., 2004.
- BRNĚNSKÉ KOMUNIKACE, A.S. *Ročenka dopravy Brno 2022*. Brno: Brněnské komunikace, a.s., 2023.
- BRŮHOVÁ FOLTÝNOVÁ, H. a kol. *Hodnocení plánů a projektů mobility*. Praha: Grada, 2022
- DPMLJ, A.S. *Výroční zpráva 2022*. Liberec: Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce n. N., a.s., 2023.
- DPMML, A.S. *Výroční zpráva 2021*. Most: Dopravní podnik měst Mostu a Litvínova, a.s., 2022.
- DPMO, A.S. *Výroční zpráva 2022*. Olomouc: Dopravní podnik města Olomouce, a.s., 2023.
- DPO, A.S. *Výroční zpráva 2022*. Ostrava: Dopravní podnik Ostrava, a.s., 2023.
- FOJTÍK, P. a kol. *Fakta a legendy o pražské městské dopravě*. Praha: DP hl.m.Prahy, 2010.
- FOJTÍK, P. *Pražské elektrické dráhy*. Praha: DP hl.m.Prahy, a.s., 2003
- GRONECK, C. *U-Bahn, S-Bahn und Tram in Paris*. Berlin: Robert Schwandl Verlag, 2020.
- HARÁK, M., 2000 *Tramvajová rychlodráha u Charleroi*. In: MHD 2000 3/2000
- HINČICA, L., 2020. *Brno vypsaló tendr na až 40 nových tramvajů*. Dostupné na webu <https://www.cs-dopravak.cz/2020-1-9-brno-vypsalo-tendr-na-a-40-novych-tramvaj/>
- HINČICA, L., 2023a. *Skončil první provoz tramvajů na pneumatikách systému Translohr*. Dostupné na webu <https://www.cs-dopravak.cz/skoncil-prvni-provoz-tramvaji-na-pneumatikach-systemu-translohr/>
- HINČICA, L., 2023b. *Olomouc řeší stav hodolanské trati. Zvažuje úvrat' v Hodolanech*. Dostupné na webu <https://www.cs-dopravak.cz/olomouc-resi-stav-hodolanske-trati-zvazuje-uvrat-v-hodolanech/>
- HRUBEŠ, O. M., 2018 *Městská doprava v Kolíně nad Rýnem (2018)*. In: Městská doprava 3/2019.
- JIŘÍK, F., 2014 *30 let moderní tramvaje ve Francii – 1. část*. In: Československý dopravák 5/2014.
- JIŘÍK, F., 2015a *30 let moderní tramvaje ve Francii – 2. část*. In: Československý dopravák 1/2015.
- JIŘÍK, F., 2015b *30 let moderní tramvaje ve Francii – 3. část*. In: Československý dopravák 2/2015.
- JIŘÍK, F., 2015c *30 let moderní tramvaje ve Francii – 4. část*. In: Československý dopravák 3/2015.

- KAISER, W. *Straßenbahnen in Österreich*. München: GeraMond Verlag, 2004
- KAMENÍČEK, P., 2015a *Doprava v San Franciscu – 1. část*. In: Městská doprava 2/2015.
- KAMENÍČEK, P., 2015b *Současná elektrická doprava v Cagliari*. In: Městská doprava 5/2015.
- KAMENÍČEK, P., 2014 *Waterfront Red Car Line v San Pedru*. In: Městská doprava 6/2014.
- KOCHEMS, M. a BEITELSMANN, M. *Überland-Trams*. München: GeraMond, 2007.
- KROUPA, J., 2021 *Městská doprava v Torontu – tramvajová doprava*. In: Dráha 5/2021.
- KŘIVÁNEK, J., ŠMÍD, Z., VÍTEK, J. *Všechna metra světa*. Praha: NADAS, 1986.
- LUTRÝN, J., 2000 *Charleroi a Národní společnost místních drah (SNCV)*. In: MHD 2000 3/2000
- MERVART, M., RATHOUSKÝ, B., KOLÁŘ, P., NOVÁK, R. *City logistika*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2021.
- OČADLÝ, V., 2023. *Ostravské metro 2.0. DPO představil novou verzi sítě tramvajových linek, přišly stovky připomínek*. Dostupné na webu <https://zdopravy.cz/ostravske-metro-2-0-dpo-predstavil-novou-verzi-site-tramvajovych-linek-prisly-stovky-pripominek-174855/>
- PLZEŇŠTÍ STROJVEDOUČÍ (autor neznámý), 2023. Dostupné z webu <http://www.strojvedouciplzen.cz/index.php?page=galerie&id=1685>
- PMDP, A.S. *Výroční zpráva 2022*. Plzeň: Plzeňské městské dopravní podniky, a.s., 2023.
- ROZEHNAL, J., 2023. *Tramvaje se vrací do německého Regensburgu*. Dostupné na webu <https://www.cs-dopravak.cz/tramvaje-se-vraci-do-nemeckeho-regensburgu/>
- SCHWANDL, R. *Tram Atlas Schweiz und Österreich*. Berlin: Robert Schwandl Verlag, 2014.
- SCHWANDL, R. *Tram Atlas Mitteleuropa*. Berlin: Robert Schwandl Verlag, 2017.
- SŮRA, J., 2020. *Olomouc soutěží jedinou tramvaj pro novou trať v Nových Sadech, zakázka počítá se servisem na 30 let*. Dostupné na webu <https://zdopravy.cz/olomouc-soutezi-jedinou-tramvaj-pro-novou-trat-v-novych-sadech-zakazka-pocita-se-servisem-na-30-let-41429/>
- TECHNICKÁ SPRÁVA KOMUNIKACÍ HL. M. PRAHY, A.S. *Ročenka dopravy 2022*. Praha: TSK, 2023.
- TVARŮŽEK, J. a KŮDELA, J., 2016a *Rusko, země kde je vše větší – 12. část*. In: Městská doprava 3/2016.
- TVARŮŽEK, J. a KŮDELA, J., 2016b *Rusko, země kde je vše větší – 13. část*. In: Městská doprava 4/2016.
- TVARŮŽEK, J., MAREK J. a KŮDELA, J., 2017 *Rusko, země kde je vše větší – 15. část*. In: Městská doprava 1/2017.
- ZÁVODNÁ, M. *Koleje a město*. Ostrava: Bohumír NĚMEC – VEDUTA, 2016.

Internetové stránky

american-rails.com

urbanrail.net

Mapy, materiály dopravních podniků, jízdní řády stávající i historické

Navštivte naše stránky:



E-shop Ekopress:



Název	Kolejová doprava ve městech
Autor	Ing. Michal Mervart, Ph.D.
Vydavatel	Vysoká škola ekonomická v Praze Nakladatelství Oeconomica
Doporučeno	pro bakalářské studium na VŠE v Praze
Vydání	1. vydání v elektronické podobě
Návrh obálky	Daniel Hamerník, DiS.
Počet stran	96
DTP	Vysoká škola ekonomická v Praze Nakladatelství Oeconomica
Sazba	autor

Zdarma ke stažení

Dílo neprošlo redakční a jazykovou úpravou.

ISBN 978-80-245-2502-0