

**Pavel Drdla<sup>1</sup> Vít Čepický<sup>2</sup> Roman Štěřba<sup>3</sup>****Vlakotramvaje - dočkáme se tentokrát?****Anotace**

Článek pojednává o problematice provozování lehkých kolejových vozidel (vlakotramvajích), které se v posledních desetiletích staly fenoménem pro moderní, rychlou a podle zkušeností ze zahraničí i levnější možnosti oproti konvenční železnici na méně frekventovaných přepravních relacích.

**Abstract**

The article discusses the issue of operating light rail vehicles (tram-train), which one in recent decades have become a phenomenon for a modern, fast and, according to experience from abroad, cheaper option compared to conventional railways on less frequent transport routes.

**Klíčová slova:** Lehká kolejová vozidla, vlakotramvaj, železnice, dráha

**Key words:** Light rail vehicle, tram-train, railway, rail

**Úvod**

Vláda České republiky se v části Dopravní strategie svého programového prohlášení zavázala k podpoře budování kolejových spojení i pro lehká kolejová vozidla v městských aglomeracích. Téma vlakotramvajů se do tuzemska cyklicky vrací už řadu let. Systém využívající výhody lehkého drážního vozidla pohybujícího se po stávající či lehce upravené infrastruktuře klasické dráhy a městských tramvajových sítích zmiňovala řada projektů. Dodnes jsme se však žádné české realizace – zejména kvůli chybějící legislativě – nedočkali. Přitom v zahraničí je dávno v provozu řada úspěšných projektů, jimiž bychom se mohli inspirovat. Povede se to u nás tentokrát? Historicky se funkce velké dráhy a městských pouličních drah často překrývala a různě doplňovala. Mnohé tramvajové provozy překročily hranice města, vzpomeňme například síť příměstských tramvajů kolem Ostravy, funkční meziměstské tramvaje mezi Libercem a Jabloncem či Mostem a Litvínovem nebo zaniklou síť ústeckých malodrah, jež se mimo město vydaly hned na několika místech, kromě jiného i do podhůří Krušných hor.

Ale platilo to i naopak. Současná železniční trať z Tábora do Bechyně měla v době zahájení elektrického provozu poměrně blízko k tramvaji. Ostatně – Elinka projíždějící po bechyňském mostě či předměstím Tábora dodnes asociuje právě představu vlakotramvaje, byť by jí slušelo další pokračování blíže centru. A pokud zůstaneme v rámci tehdejšího Československa, Tatranská elektrická železnica dodnes balancuje kdesi na půl cesty mezi velkou dráhou a električkou, přičemž samotný pohled na jednotky TATRA – ČKD EMU 89.0 je více než výmluvný.

---

<sup>1</sup> Doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D., vedoucí oddělení teorie dopravy a řízení, Dopravní fakulta Jana Pernera Univerzity Pardubice

<sup>2</sup> Vít Čepický, redaktor, odbor komunikace, České dráhy, a.s.

<sup>3</sup> Doc. Dr. Ing. Roman Štěřba, MBA, Katedra chytrých měst a regionů, ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

Řada nových projektů se pak vyrojila v porevoluční době. Spousty textů, úvah, debat a 78 milionů Kč za projekt padly například na oltář Regiotramu Nisa, systému, jenž měl libereckou tramvajovou síť spojit prostřednictvím železnice s Jabloncem nad Nisou, Tanvaldem, ale výhledově i Hrádkem nad Nisou nebo Žitavou. Nakonec nevzniklo nic a nádavkem se po letech planého hašteření a nesmyslného blokování projektu nepodařilo i přes přislíbenou dotaci dotáhnout ani stávající tramvajovou trať dál než na okraj Jablonce, na němž se ocitla již téměř před půlstoletím. Zajímavým projektem z počátku tisíciletí byl vlakotramvajový projekt Euro-cesty, ten měl řešit rozvoj drážního systému v okolí Mostu. Počítalo se například s dvoukolejnou tratí do Žatce se špičkovým intervalem osobních vozidel 15 minut a současným nákladním provozem, zvažovalo se též zapojení trati na Moldavu v Krušných horách a obnovení části trasy do německého Holzhau a Freibergu. Ani zde z velkorysých plánů nic nevzniklo, prozatím se nikam neposouvá ani zajímavá obnova meziměstské tramvaje na Ostravsku, nemluvě například o Šumavských elektrických drahách a ostatních.

### **Dekáda plánů**

Kulatých deset let letos slavíme od hojně medializované prezentace vlakotramvajových plánů v okolí Prahy. Na kusou tramvajovou kolej mezi smyčkou Sídliště Řepy a kolejištěm zličínské železniční stanice, jež dříve sloužila zejména překládání tramvají z plošinových železničních vozů přímo na městskou kolejovou síť, byla přistavena standardní tramvaj KT8D5R.N2P s číslem 9 na transparentu a cílem v podobě nápisu „Hostivice“.

Symbolizovat měla plány na propojení tramvajové sítě prostřednictvím železnice nejen právě s Hostivicí a Chýní, ale například též Rudnou, Nučicemi nebo Brandýsem nad Labem. Přestože během prezentace zazněla poněkud zjednodušená představa, že stačí postavit několik desítek metrů tratě a propojit jedny koleje s druhými, ani zde jsme se za dekádu žádného posunu nedočkali.

Jakémukoliv propojení tramvajové sítě v tuzemských podmínkách aktuálně brání nejen legislativa, ale i řada technických problémů. Jsou sice řešitelné, je však třeba stanovit jasný rámec, jak postupovat. Ani samotné propojení kolejí totiž nestačí – tramvajová a standardní dráha používají jiné profily kolejnic i kol, mají jiný průřezný profil, napájení, pevnostní limity skříní i nebo například výšku nástupní hrany.

Přesto se nyní zdá, že by okolí hlavního města přece jen mohlo být průkopníkem vlakotramvají v České republice. Zatímco Středočeský kraj konkrétně posuzuje jednotlivé tratě, jež v mnohém kopírují deset let staré plány, ministerstvo dopravy zpracovává studii, která by měla na nejzásadnější problémy papírového i provozního charakteru odpovědět.

### **Zkoušky vlakotramvají již letos?**

A stranou nezůstávají ani České dráhy (ČD). S vidinou potenciálu vlakotramvají a opětovným rozvojem plánů přichází na řadu konkrétní řešení drážních vozidel. Levnější a dynamičtější lehké kolejové vozidlo by mohlo leckteré skomírající příměstské tratě zatraktivnit nejen vyšším komfortem, ale také kratší jízdni dobou oproti standardním vlakům, a to bez vysokých investic do infrastruktury – ostatně zrychlování konvenčních tratí v okolí velkých měst pomocí napřimování tratí je v současné době kvůli složitému získávání pozemků čím dál náročnější a nákladnější.

Vlakotramvaj by navíc mohla zajet až do center měst a snížit počet přestupů při pravidelném dojíždění. I v tom tkví další úspora cestovního času, jež je pro atraktivitu

veřejné dopravy klíčová. Jak jsme ale již naznačili, zbývá vyřešit řadu otázek. Předně ty legislativní. Je třeba stanovit pro ČR konkrétní podmínky, za kterých bude provoz vlakotramvají umožněn. To dnes není; evropská legislativa na ně pamatuje, ale konkrétní transpozice vyhlášky do našich podmínek chybí.

V zahraničí existuje široká řada příkladů funkční vlakotramvaje, každá je ale uzpůsobena konkrétním podmínkám. Ať už v Německu (Saská Kamenice, Cvikov, Kassel, Karlsruhe), okolí maďarského Szegedu či v rozsáhlé síti v okolí Paříže. Ve všech těchto provozech se můžeme inspirovat a využít zkušeností – ať infrastrukturálních, tak stran vozidel. A právě touto cestou hodlají České dráhy v hledání odpovědi na otázku, jak dále s vlakotramvaji, pokračovat.

ČD plánují v průběhu roku 2024 přivést do ČR alespoň jednu vlakotramvaj pro konkrétní testy na Železničním zkušebním okruhu ve Velimi, kde by se ověřily předávané zkušenosti z Evropy v našich konkrétních podmínkách. Dopravce by tak získal údaje o technicko-provozním řešení, například ohledně styku kolo – kolejnice, výkonu, dynamice jízdy a podobně. Otázkou je samozřejmě i samotná trakce, známe vlakotramvaje na dieselový pohon, elektrické jezdící na 750V, tedy zcela jiné než využívané na standardní železnici, nabízí se i kombinace s jízdou na baterie, to vše musí být zodpovězeno.

České dráhy aktuálně jednají se dvěma provozovateli vlakotramvají o zapůjčení či pronájmu – s francouzskými SNCF a maďarskými MÁV. Jednání probíhají, pokud k dohodě nedojde, osloví dopravce další provozovatele i výrobce, zdali by do toho projektu vstoupily.

### **Středočeský kraj tahounem plánů**

A kde bychom se s vlakotramvaji mohli v budoucnu setkat? Středočeský kraj je v rozpracování záměru asi nejdále, ale myšlenka se diskutuje i v dalších regionech. Jak již ale bylo zmíněno, problémem je nedořešená legislativní oblast, tedy nemožnost vozy vůbec pořizovat. Proto je i zájem objednatelů velmi opatrný a mnohé kraje vyčkávají, jak se situace vyvine. Proto dopravce nyní reálně spatřuje možnost pilotního projektu ideálně ve spolupráci se Středočeským krajem a Prahou, na kterém by bylo možné ilustrovat výhody systému.

Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že při zapojení všech dotčených složek se systémy dají efektivně přizpůsobit konkrétním podmínkám a velmi dobře sloužit. Klíčové nakonec ale bude očekávané nastavení legislativy. Studie ministerstva dopravy počítá se specifikací legislativních podmínek a požadavků v první etapě, včetně vytipování vhodných míst pro jejich provoz. To může záměr konečně posunout od teoretické k praktické části a konkrétnímu řešení pilotního projektu.

### **Nizozemsko**

Den Haag - Rotterdam

### **Středočeský kraj spatřuje potenciál u čtyř oblastí**

Zatímco některé kraje své představy o vlakotramvaji a jejich možném využití

teprve formulují či čekají na další zejména legislativní vývoj, Středočeský kraj je v tomto směru výrazně dále a úvahy již konkretizuje. Organizátor IDS, organizace IDSK, společně s organizací ROPID, vytypovala čtyři lokality, kde by se mohly vlakotramvaje provozovat. V roce 2024 by měla IDSK postupně jednotlivé lokality studijně prověřovat a porovnávat provozně-technické parametry. Chceme zjistit, zda změna diesellového vlaku za elektrickou vlakotramvaj nebo jiné lehké kolejové vozidlo dokáže zlepšit kvalitu dopravní obsluhy daného území a zda bude mít i ekonomické přínosy pro objednatele – tedy nižší nebo alespoň srovnatelné provozní náklady při srovnání současné dopravní obsluhy území.

### **V čem spatřuje kraj největší výhody**

Cestující se bez nutnosti přestupu dostane ze svého bydliště na venkově, u regionální železnice, až do centra města, kde využije tramvajovou trať. Zároveň má mnohdy cestující zastávku blíž ke svému bydlišti, pracovišti či škole. Vlakotramvaj je, obdobně jako tramvaj, lehké, svižné vozidlo, což mu umožňuje zastavovat častěji v porovnání s konvenčním vlakem. Proto lze na trati s provozem vlakotramvaj postavit více zastávek anebo trať přivést blíž centru obce. Záleží na konkrétní trati a lokalitě. Zásadní výhoda je také pro objednatele – podle zkušeností ze zahraničí jsou každoroční provozní náklady vlakotramvaje nižší, než jsou provozní náklady za klasický vlak. Nasazení vlakotramvaj nebo obdobných lehkých kolejových vozidel proto kraj vnímá jako možnost dalšího rozvoje kolejové dopravy, a to i na tratích, kde provoz klasické železnice nemusí dávat ekonomický smysl.

### **Pojem „Vlakotramvaj“**

Na úvod je třeba uvést, že nejen v češtině, ale i v dalších jazycích, není jednotnost, jak uvedený systém nazývat. Používají se různé názvy, které zde jsou vlastně synonymy. V češtině se kromě tohoto pojmu používají také následující termíny:

- Technologická integrace tramvaje se železnicí,
- Tramvlak,
- Tram-train,
- Dvousystémová tramvaj,
- Bimodální tramvaj,
- Hybridní tramvaj,
- Model Karlsruhe atd.

Nejčastěji se ale používá pojem „vlakotramvaj“ (VT).

Pokud by se VT měla charakterizovat z dopravně-přepravního hlediska, tak se jedná o subsystém dopravní obslužnosti, využívaný především v rámci městských a příměstských aglomerací tak, že na území města vozidla využívají stávající tramvajovou trať a na okraji města přechází bez přestupu cestujících na síť železniční, po které jsou v provozu v rámci regionu. Cestující v regionu využívá výhod železniční dopravy, ve městech potom dopravy tramvajové. Také nemusí přestupovat, má zajištěno spojení přímo do centra města (na rozdíl od příměstských rychlodrah – vzdálenosti zastávek).

Toto lze například srovnat se systémy S-Bahn (příměstská kolejová rychlodráha), kdy dopravní prostředky jsou také bezpřestupově provozovány až do vnitřních částí

měst, ale jsou v nevýhodě oproti VT, protože musí být vedeny většinou mimoúrovňově. To znamená překonávání výškových rozdílů cestujícími a požadavek na zřízení schodišť nebo výtahů k nástupištím, dále nemohou tak často zastavovat v centru města a nemohou lépe zajíždět do vlastního centra města, tedy co nejbliže k cíli cesty.

### **Základní požadavky na provoz VT**

Nelze obecně a taxativně určit úplně všechny technické i další požadavky, které je nezbytné naplnit, aby provoz těchto vozidel byl možný. Přesto lze uvést ty základní, které jsou nezbytné prakticky ve všech případech v praxi:

#### **1) Stejný rozchod kolejí**

Jak už bylo zmíněno, tak vozidla VT jsou provozována jak po kolejích sítě tramvajové, tak i sítě železniční. V naprosté většině případů z praxe platí zásada, že rozchod kolejí sítě tramvajové a sítě železniční je normální, tedy 1 435 mm.

Samozřejmě lze nalézt i výjimky, kdy vozidla využívají tramvajovou síť s rozchodem 1 000 mm a následně přechází na úzkorozchodnou železniční trať se stejným rozchodem kolejí (VT z Nordhausenu), nebo případ, kdy vozidla využívají normálně rozchodnou železniční síť a ve městě pomocí kolejových splítek jsou provozována po tramvajových tratích, které využívají úzkorozchodné městské tramvaje (např. Zwickau).

Přesto je samozřejmě na rozdíl od příkladu ze Zwickau technicky jednodušší, když rozchod kolejí tramvajové i železniční sítě je shodný.

#### **2) Používaný typ kolejnic a profil kol vozidel**

V rámci dopravních sítí pro provoz městských tramvají není výjimkou, že se používají ve větší míře tzv. žlábkové kolejnice a tomu je uzpůsobena geometrie tramvajových kol. Naopak na klasických železničních tratích se používají „standardní“ koleje.

Problém je proto i u vzájemné interakce vozidla a kolejové dopravní cesty, konkrétně interakce kol a kolejnic. Jde o to, že při posuzování možné interakce „klasické“ tramvajové kolejové sítě se standardními koly železničních vozidel se musí uvážit velikost „žlábků“ u žlábkové kolejnice (výška a šířka žlábků), průjezd tramvajovými výhybkami apod. Co se týká možné interakce železniční trati a „klasických“ tramvajových vozidel, tak je problémem nižší okolek kola tramvaje, což by znamenalo problémy při vedení kol po železničních kolejích a dále potom významné problémy z hlediska bezpečnosti při průjezdu výhybkami.

Znamená to, že je třeba počítat s tím, aby na tramvajové síti s provozem VT se využívaly stejné profily kolejnic jako u železničních tratí. Dále tato vozidla musí mít stejný profil kol jako železniční vozidla.

#### **3) Pevnost a tuhost konstrukce vozidel VT**

V železniční dopravě, na rozdíl od provozu městských tramvají, je požadavek na pevnost a tuhost konstrukce vozidel, provozovaných na železničních tratích. Jde o to,

že v rámci železniční dopravy se obecně předpokládají významnější nárazy vozidel (vyžadující větší pevnost rámu vozidel), vyplývající z charakteru železniční dopravy.

Z tohoto důvodu by nevyhovovala stávající vozidla, provozovaná v rámci městské tramvajové dopravy. Vozidla VT proto musí splňovat srovnatelné parametry jako „klasická“ železniční vozidla. Je třeba vyjít z toho, že u železniční dopravy se počítá s maximální podélnou silou 1 500 kN, kdežto u tramvajové dopravy je to jen 200–600 kN. Nižší hodnoty jsou kompenzovány využitím aktivních bezpečnostních prvků, přesto není možné nasazení těchto vozidel na železničních tratích s traťovou rychlostí vyšší jak 160 km/h.

Na druhou stranu je ale třeba zmínit, že „robustnější“ provedení vozidel je určitým rizikem pro městský provoz na tramvajové síti, protože případné srážky těchto vozidel s ostatními vozidly převážně silničního provozu mají horší následky, než je tomu v případě městských tramvají.

V případě VT se tedy jedná o lehká kolejová vozidla s nižší pevností skříně oproti železničním vozidlům. Jejich provoz na železniční síti je „na výjimku“ a na přesně vymezených úsecích sítě.



Foto č. 1: Cagliari

#### **4) Komunikace se zabezpečovacím zařízením pro železniční dopravu**

Tyto požadavky také patří mezi důležité, které také musí vozidla VT splňovat. Jedná se o požadavek na komunikaci se všemi druhy zabezpečovacího zařízení pro železniční dopravu, tedy zejména se zabezpečovacím zařízením staničním, traťovým a přejezdovým.

Je nezbytné, aby zabezpečovací zařízení pro železniční dopravu bylo schopno například zjistit obsazenost jednotlivých prostorových/kolejových úseků vozidly VT. V rámci železničního provozu je toto dosud spojeno i s pojmem „šuntování“, v budoucnu se vše bude ve větší míře zaměřovat i na problematiku systémů GSM-R a hlavně ETCS. Pokud by například nebylo možné indikovat obsazení jednotlivých prostorových/kolejových úseků těmito vozidly, tak postavení vlakové cesty přes tento úsek pro jiný vlak by pochopitelně mělo fatální následky a je zcela nepřijatelné.

### **5) Vybavení návěstmi jako vlak a komunikačními zařízeními**

Protože vozidla VT jsou provozována i na železničních tratích, tak musí být samozřejmě vybavena návěstmi jako vlak.

Nejedná se pouze o návěsti jako začátek vlaku nebo konec vlaku, ale i o další návěsti. Toto se týká pochopitelně i signalizačních zařízení, kterými jsou vybavena vozidla v rámci železniční dopravy.

Dále je samozřejmě nezbytné, aby prostřednictvím komunikačního zařízení bylo umožněno hlasové spojení mezi řidičem vozidla a dispečerem pro železniční provoz, jako je tomu v případě strojvedoucích vlaků.

### **6) Dynamika a průběh jízdy**

V tomto případě mají tato vozidla lepší vlastnosti než „klasická“ vozidla železniční dopravy.

Z hlediska dynamiky jízdy jsou z důvodu především nižší hmotnosti (a tím i nižším nápravovým tlakům) výhodnější vozidla VT než „klasická“ železniční vozidla pro přepravu cestujících. V tomto případě je třeba také zmínit související výhodnější trakční charakteristiku, a proto je provoz VT možný i na tratích s vyššími podélnými sklony, kde „klasická“ adhezní železniční vozidla jsou méně výhodná nebo nevyužitelná.

Vozidla mají vyšší hodnoty zrychlení a zpomalení, čímž se oproti „klasickým“ železničním vozidlům umožňuje dosáhnout výhodnější průběh jízdy zejména na tramvajové síti. V případě provozu po tramvajové síti se vychází z toho, že vzdálenosti mezi zastávkami jsou kratší než mezi místy zastavení na železniční síti, takže jsou četnější požadavky na rozjezdy a brzdění vozidel, čemuž lépe vyhovují právě VT v porovnání s „klasickými“ železničními vozidly. Naopak při delších vzdálenostech mezi zastávkami na klasické železniční trati je nutnost, aby VT měly krátké pobyty a rychlé rozjezdy a zpomalení, čímž je kompenzována nižší rychlost VT oproti železničním vozidlům.

### **7) Vícesystémová vozidla pro různé napájecí soustavy**

Když se pomine příklad hybridní VT z aglomerace města Nordhausen (částečně i Kassel či Chemnitz), tak u vozidel závislé trakce je třeba zajistit vícesystémovost kvůli

využití napájecí soustavy tramvajové a napájecí soustavy železniční. V praxi je nejčastější případ, že tramvajová napájecí soustava je stejnosměrné trakce, trakční soustava na železnici je trakce střídavé, s tím, že se u obou trakcí i významně liší velikosti napětí.

Z tohoto důvodu je jasné, že je třeba vozidla přizpůsobit všem trakčním soustavám, což jinak než vícesystémovým provedením pro napájení možné není. Nelze předpokládat, že by se měnila například trakční soustava tramvajové sítě na střídavou soustavu, minimálně z důvodu bezpečnosti trolejového vedení (např. vyšší hodnota napětí) v prostoru pozemních komunikací ve městě (vzdálenost trolejového vedení od zástavby apod.).

Často se vše řeší tak, že vozidlo při provozu na železniční síti využívá pro svůj provoz odběr elektrické energie z (většinou) střídavé napájecí soustavy tak, že transformátor a usměrňovač mění střídavé (vyšší) napětí na stejnosměrné (nižší) napětí a napájí stejnosměrné zařízení vozidla (de facto jde ve výsledku o stejnosměrně napájené vozidlo).

Samostatnou kapitolou je potom i problematika výšky mezi temenem kolejnice a trolejovým trakčním vedením, kdy u tramvajové sítě se uplatňují menší výšky jak u železniční sítě.

## **8) Přejít mezi napěťovými soustavami**

Přejít mezi napájecími soustavami se řeší zásadně v místech mimo omezující prvky, jakými jsou konce prostorových oddílů vymezených návěstidly, železniční přejezdy nebo stanice a zastávky. VT mohou těmito místy bez snížení rychlosti plynule projíždět setrvačností, k přepínání mezi napěťovými soustavami dochází automaticky bez zásahu řidiče VT.

Pro eliminaci rizika chybného fungování přepínání je vše jištěno četnými bezpečnostními prvky. Mezi napěťovými soustavami jsou až 200 metrů dlouhé beznapěťové úseky. Když se přepínač napětí do určité doby (např. 3 sekundy) po dosažení beznapěťového úseku neaktivuje, stáhne se automaticky sběrač. Když je přepínač napětí aktivovaný, může se opět sběrač zvednout. Pro případ zastavení vozidla na beznapěťovém úseku se vše většinou řeší tak, že úsek je na mírném sklonu, čímž je možné vozidlo i bez motoru přesunout do úseku s napájením a pak rozjet.



Foto č. 2: Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana (Alicante, depo La Marina)

### **9) Výška nástupní hrany a vzdálenost nástupní hrany od osy koleje**

Další oblastí, na kterou je třeba zaměřit pozornost a která je omezující pro nasazování VT do provozu, je problematika výšky nástupní hrany. Když se uvaží, že výška nástupní hrany nástupišť u železniční dopravy převyšuje půl metru (550 mm nad temenem kolejnice), tak v případě tramvajové sítě není výjimkou, že nástupní plocha se může nacházet ve výškové úrovni vozovky, čímž je výškový rozdíl mezi podlahou vozidla a nástupní plochou značný a problematický i pro běžně mobilního cestujícího. Není proto v praxi neobvyklé, že se vše řeší způsobem, kdy se stávající nástupiště prodlouží tak, že výška nástupní hrany tohoto prodlouženého nástupiště je nižší kvůli využití pro tato vozidla.

Problémem je současně i vzdálenost nástupní hrany od osy koleje. Jde o to, že šířka železničních vozidel je nezdědka o cca 50 cm větší jak šířka tramvajů/VT, čímž mezi nástupní hranou a dveřmi vozidla může vzniknout i o 25 cm širší mezera, která samozřejmě má vliv na bezbariérovost přepravy, nejen pro handicapované cestující, ale třeba i cestující s kočárky nebo se zavazadly na kolečkách. Proto je obvyklé používání tzv. výsuvných plošin/schodů, které tento problém eliminují, ale na druhou stranu prodlužují pobyt vozidla u nástupní hrany.

### **10) Požadavky na řidiče VT**

Protože se jedná o provoz vozidel jak po tramvajové, tak i železniční síti, musí řidiči těchto vozidel splňovat všechny podmínky a předpoklady, jako strojvedoucí vlaků

na železniční síti. Řidiči proto musí mít znalosti všech předpisů, splňovat způsobilost k provozu po železniční kolejové síti a složit všechny předepsané zkoušky.

### Využití vlakotramvají v praxi

VT se využívají v různých aglomeracích, a to především v Evropě. V jednotlivých státech ale byla potřeba v první řadě úspěšně dokončit legislativní proces, protože se jednalo o dosud právně i provozně „neukotvený“ dopravní prostředek či systém.

Nejstarší provozované systémy jsou z Německa, konkrétně z měst Karlsruhe (provoz od roku 1992) a Saarbrücken. V Německu lze nalézt i další příklady, jako například v Chemnitz, Zwickau, Nordhausenu, apod.

Kromě Německa se lze setkat s VT i v Rakousku (nejznámější je systém mezi městy Vídeň a Baden), ve Švýcarsku, ve Francii, Nizozemí a dalších zemích. Ve všech uvedených státech byla rychlost zavedení těchto systémů omezena schvalovacím procesem.

### Karlsruhe (Německo)

Samozřejmě je nejlepší začít u nejstaršího systému, kterým je ten z aglomerace města Karlsruhe v jihozápadním Německu. Tato první VT vznikla z důvodu velké vzdálenosti hlavního nádraží v Karlsruhe od centra města, kdy museli všichni cestující přestupovat na městskou tramvaj. Nasazením VT se odstranily přestup cestujícím do/ze zájmového extravilánu.



Foto č. 3: KARLSRUHER VERKEHRSVERBUND

VT v Karlsruhe byly poprvé uvedeny do provozu v roce 1992, kdy byl zprovozněn 25 km dlouhý úsek Karlsruhe – Bretten (tehdy označeno jako linka S2, takže má stejné označení jako příměstské rychlodráhy typu S-Bahn).

Je třeba ale uvést, že i v předchozím období existovala určitá míra integrace mezi železniční a tramvajovou sítí, ovšem nikoliv v té podobě, jako od roku 1992 (před tímto rokem probíhalo také testování prototypů dvousystémových vozidel, které potom byly od roku 1992 nasazovány jako vozidla VT, konkrétně vozidla řady GT8-100C/2S, od roku 1997 potom GT8-100D/2S-M).

Tehdejší zavedení linky S2 se setkalo s velkým úspěchem, protože počty cestujících se zvýšily čtyřikrát v porovnání se tehdejší „čistě“ železniční dopravou (na cca 14 tisíc denně). Díky tomuto úspěchu pak byly po roce 1992 zprovozněny další linky ve směrech Pforzheim, Bruchsal a Baden-Baden, přičemž dnes je samozřejmě počet linek daleko vyšší.

Prvenství tohoto systému je spojeno i se zavedením pojmu „Model Karlsruhe“ (v německém originále „Karlsruher Modell“), kdy tento pojem je někdy využíván jako synonymum k pojmu VT. Model Karlsruhe je spojený se jménem inženýra Dietera Ludwiga, který jako představitel příslušných společností prosadil zavedení prvního systému ve světě.

Provoz je zajišťován třemi společnostmi dohromady, a to Verkehrsbetriebe Karlsruhe (VBK), Albtal-Verkehr-Gesellschaft (AVG) a Deutsche Bahn (DB) s tím, že hlavní odpovědnost za fungování systému je na prvních dvou jmenovaných.

Používaná vozidla jsou dvousystémová (v provozu je dnes přes 200 těchto jednotek), využívající jak stejnosměrnou napájecí soustavu tramvajové sítě o napětí 750 V, tak střídavou napájecí soustavu železniční sítě o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz.



Foto č. 4: ET 2010. Autor: KARLSRUHER VERKEHRSVERBUND

V systému platí, že se využívá normální rozchod kolejí u obou sítí. Pro provoz se využívá nižší maximální rychlost mezi 90 a 100 km/h, ale toto je kompenzováno vyššími hodnotami rozjezdového zrychlení a brzdného zpomalení, plus kratšími pobyty na zastávkách.

V současné době se délka tramvajové a železniční sítě, kde jsou provozovány VT, blíží 700 kilometrům (samozřejmě zde převažuje podíl železničních tratí) – plánuje se rozšíření i na další úseky. Stávající počet S-linek VT je 14, dopravní výkon je okolo 18 milionů kilometrů za rok, linkami se ročně přepraví více jak 70 milionů cestujících. Počet zastávek se blíží číslu 300, což znamená poměrně rozsáhlý systém (většina zastávek je obsluhovaná více S-linkami).

Postupně byla provedena úplná elektrifikace jednotlivých tratí a vybudovány nové zastávky. Křižovatky se světelným signalizačním zařízením umožňují preferenci jízdy vozidel VT na tramvajové síti. Nyní probíhá výstavba tzv. spojovacích tratí a v jednom úseku dokonce výstavba třetí traťové koleje (pro zvýšení propustnosti). Většina S-linek zajišťuje spojení do vnitřní části Karlsruhe, především na hlavní nádraží (Karlsruhe HBf.).

Z hlediska přístupnosti pro osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace dochází postupně ke zlepšování situace, což ale v dohledné době nebude bohužel zcela dokončeno. Hlavním problémem je rozdílná výška nástupní plochy vůči temenu kolejnice, což samo o sobě je jeden ze základních problémů při provozování.

V budoucnu se předpokládá další rozšiřování sítě, které ovšem v porovnání s minulostí už nebude tak rozsáhlé a rychlé (do roku 2020 se počítá s dokončením rozšíření o další tři úseky). Roku 2010 začala výstavba významného tunelu pro VT v centru města Karlsruhe pod Kaiserstrasse s celkovou délkou přes 3,2 kilometru, kde se bude nacházet 7 podzemních zastávek. Nejen pro lepší využití vozidly dojde k rekonstrukci hlavního nádraží (Karlsruhe HBf.), spojené mj. i s plánovaným zastřešením všech nástupišť.

## **Saarbrücken (Německo)**

Druhý nejstarším systémem, označovaným též jako Saarbahn (Sárská dráha), je ten z aglomerace města Saarbrücken (opět jihozápadní Německo), kde byl provoz zahájen v roce 1997. Jedná se o jednu linku S1 o délce 43,4 km, vedoucí po železniční trati z města Lebach na severní okraj města Saarbrücken, dále po tramvajové síti ve městě Saarbrücken a poté z jižního okraje města Saarbrücken po železniční trati až do francouzského města Sarreguemines (1 km za hranicí s Německem). Saarbahn má v celé délce normální rozchod kolejí.

Podobně jako v Karlsruhe, tak i v případě Saarbahn existovaly již od 90. let 20. století snahy o integraci tramvajové a železniční dopravy pomocí dvousystémových vozidel Impulsem pro zrychlení přípravy tohoto systému byly pozitivní zkušenosti právě z rozšiřujícího se systému v aglomeraci města Karlsruhe.

Počátek v roce 1997 byl spojen se zprovozněním jižní větve Saarbahn, tedy v úseku Saarbrücken - Sarreguemines, včetně úseku tramvajové sítě města Saarbrücken, napojeného přes 90 metrů dlouhý beznapěťový přechodový úsek mezi trakcemi. Uvedený tramvajový úsek ve městě byl de facto obnoven (kopíroval původní

tramvajovou linku 5), a to po více jak 30 letech od ukončení provozu tramvají ve městě, kdy přípravné práce trvaly asi 2,5 roku. Severní větev Saarbahn byla zprovozněna postupně od roku 1999, poslední úsek až do města Lebach byl zprovozněn v roce 2014.

Jinak podobně jako u systému v Karlsruhe se používají dvousystémová vozidla, napájená jak v rámci tramvajové, tak i železniční sítě. Zajímavostí je to, že železniční trať z města Saarbrücken směrem na jih do Francie má jako v Karlsruhe podobnou napěťovou soustavu pro střídavý proud o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz, ale železniční trať z města Saarbrücken na sever do města Lebach má napěťovou soustavu stejnou jako napěťová soustava tramvajové trati ve městě Saarbrücken, a to o napětí 750 V stejnosměrného proudu.

Od uvedení do provozu jižní větve Saarbahn v roce 1997 bylo do roku 2007 přepraveno přes 100 milionů cestujících, což dvojnásobně překonalo původní předpoklad v počtu přepravených osob (nyní se denně přepraví průměrně asi 40 tisíc osob). Provoz na jednotlivých úsecích je velmi intenzivní. Na úseku Siedlerheim – Lebach je perioda 7,5 minut ve špičce (v sedle dvojnásobek), na severní větvi (hranicí je Kleinblittersdorf) je to ve špičce 15 minut (v sedle 30 minut) a na jižní větvi je to ve špičce 30 minut (v sedle 30/60 minut).

Více jak 20 zastávek na tramvajové síti města Saarbrücken má délku nástupní hrany minimálně 75 metrů, aby zde mohly současně zastavit 2 jednotky. U zastávek se používá dynamický informační systém. Vzpomínané jednotky (Flexi link), který je cca 30, mají tyto parametry: délka 37 m, šířka 2,65 m, kapacita 96 sedících a 147 stojících cestujících, maximální rychlost 100 km/h, maximální stoupání 80 ‰ a minimální poloměr oblouku 25 m. Zejména ve špičkách jsou soupravy spojovány do dvou, aby bylo možné pokrýt přepravní požadavky cestujících, především studentů. Provoz je zajišťován společností Saarbahn GmbH.

V současné době probíhá diskuze o tom, zda a jak řešit případné rozšíření systému. Limitem jsou pochopitelně disponibilní finanční prostředky.

### **Kassel (Německo)**

Od roku 2007 je dalším příkladem systém z aglomerace severoněmeckého města Kassel, známý jako RegioTram Kassel. Jako v případě Karlsruhe nebo Saarbrückenu, tak i zde bylo zavedení spojeno s přípravou a zkušebním provozem.

Podobně jako v Karlsruhe je systém provozován třemi společnostmi dohromady, a to RegioTram GmbH (RTG) plus konsorcium společností Kasseler Verkehrs-Gesellschaft (KVG) a Hessischer Landesbahn (HLB).

Používaná vozidla jsou jak dvousystémová elektrické trakce (téměř 20 vozidel), tak i hybridní (10 vozidel). Dvousystémová (tříčlánkové osminápravové soupravy) využívají stejnosměrnou napájecí soustavu tramvajové sítě o napětí 600 V a střídavou napájecí soustavu na železniční síti o napětí 15 kV a frekvenci 16 2/3 Hz. Jedná se o vozidla Regio CITADIS (výrobce ALSTOM), která mají tyto parametry: délka 37 metrů, šířka 2,65 metru, kapacita 90 sedících a 139/127 stojících cestujících, maximální rychlost 100 km/h, nízkopodlažnost 75 %, výrazně lepší akcelerace a decelerace.

Využití nových širších vozidel oproti těm předchozím znamenalo zásahy do dopravní infrastruktury v rámci tramvajové sítě.

Ve městě Kassel po tramvajové síti jsou VT provozovány v naprosté většině délky sítě na samostatné dopravní cestě, na zbývajícím úseku jsou potom preferovány před ostatním silničním provozem. Celková délka dopravní sítě je 122 km, z toho 6 km této sítě bylo vybudováno jako novostavby. Především se jedná o podzemní stanici Kassel hlavní nádraží (Kassel HBf.), využívanou právě linkami systému. Zde se jednalo o celkové rozšíření stanice, týkající se jak vlastních tramvajových kolejí, tak i nástupišť. V několika případech došlo k prodloužení tramvajových tratí, dále byla vybudována 2 přechodová místa mezi tramvajovou a železniční sítí (Kaufungen, Altenbauna).

V rámci provozu jsou k dispozici 3 linky (RT1, RT4, RT5), u kterých je základem půlhodinová perioda, ve špičkách půlená na čtvrt hodinovou periodu. Provoz v Kasselu je charakteristický i tzv. dvoustupňovým systémem obslužnosti, kdy pomocí tzv. šachovnicového způsobu obsluhování zastávek (zastavování/projízdní) je docílena vyšší rychlost přepravy cestujících. Obecně je systém VT v Kasselu známý vysokou spolehlivostí při dodržování jízdních řádů.

Do budoucna se opět plánuje rozšíření, které je také vázáno na dostatek finančních zdrojů.

### **Chemnitz (Německo)**

Systém VT v aglomeraci východoněmeckého města Chemnitz (Saská Kamenice) je známý jako Chemnitzer Modell. Projekt systému vznikl v roce 1992, příprava byla zahájena v roce 2001 a první úsek byl zprovozněn v roce 2002. Jednalo se o propojení tramvajové sítě s železniční tratí do stanice Stollberg/Erzgeb., kde byla vybudována spojka poblíž zastávky Altchemnitz, u které dochází ke změně napájecí soustavy ze stejnosměrné o napětí 600 V (tramvajová síť) na stejnosměrnou o napětí 750 V (železniční trať). Vozidla provozuje společnost City-Bahn-Chemnitz. Na tomto prvním úseku se za devět let provozu zvýšil objem přepravy z 800 na cca 5 000 cestujících denně, což bylo považováno za velký úspěch.

V dalším období došlo k propojení tramvajové sítě a železniční sítě u hlavního nádraží, připravuje se celková úprava propojení těchto sítí v uvedené lokalitě. Také došlo k rozšíření sítě jižním směrem či východním směrem od města Chemnitz.

Na území města jsou vozidla převážně provozována po tramvajové síti v trase společné s linkou 6. Pro systém je typické velké množství parkovišť P+R, kvalitně řešená návaznost (regionální) veřejné linkové dopravy, perioda provozu po železničních tratích ve velikosti 30 minut, atd. Dále je progresivně řešena problematika různé výšky nástupní hrany nad temenem kolejnic u jednotlivých zastávek pro usnadnění nástupu a výstupu cestujících.

Je zřejmé, že díky rentabilitě provozu se počítá s dalším rozšiřováním systému, a to především severním směrem. Počítá se s vyšším využitím dalších jednotek, včetně jednotek nezávislé trakce.

### **Nordhausen (Německo)**

V tomto případě se jedná o specifický případ, na kterém je možné doložit, že VT není třeba provozovat pouze v aglomeracích velkých měst.

Systém představuje linka 10, spojující město Nordhausen (střední Německo) s 11,4 km vzdálenou obcí Ilfeld. Přejechod mezi tramvajovou sítí a neelektrifikovanou železniční sítí je zajištěn spojovacím úsekem u železniční stanice Nordhausen Nord. Zvláštností je to, že se zde jednak používají hybridní vozidla (na tramvajové síti využívají pro svůj provoz tramvajovou napájecí soustavu a po železniční síti využívají pomocný diesela agregát) a jednak pro obě sítě rozchod kolejí 1 000 mm.

Jde tedy o to, že se využila úzkorozchodná železniční trať Harzquerbahn a vytvořilo se propojení na úzkorozchodnou tramvajovou síť. Hybridní jednotky jsou tříčlánkové a jednosměrné/obousměrné, mají označení Combino Duo (výrobce SIEMENS), které mají následující parametry: délka 20 metrů, šířka 2,3 metru, kapacita 27 míst k sezení a 95 míst ke stání, maximální rychlost 70 km/h (sníženo ale na 50 km/h), úplná nízkopodlažnost, minimální poloměr oblouku 15 metrů.

Na lince 10 (celková délka 14,6 km) je v pracovních dnech perioda spojů 60 minut, o víkendech 120 minut. Celkem je v provozu přes 10 hybridních souprav, které jsou z velké části vyrobeny z hliníku, se svařovaným rámem. Nevýhodou je to, že použití diesela agregátu znamená poměrně velký zábor podlahové plochy. Naopak výhodou je to, že minimalizuje nároky na infrastrukturu a může být v budoucnu zajímavou cestou pro zavádění těchto systémů v menších městských aglomeracích.

### **Vídeň – Baden (Rakousko)**

Tento nejznámější rakouský systém je provozován v severovýchodní části Rakouska. Využívá železniční trať do města Baden a potom na území Vídně přechází na tramvajovou síť (celková délka je 27,2 km, jízdní doba 62 minut). Je to jediná tramvajová trať, pokračující mimo město Vídeň. Provozovatelem je společnost Wiener Lokalbahnen GmbH.

Je to určeno cestujícím, kteří jsou odbaveni pomocí jízdních dokladů integrovaného dopravního systému VOR – průměrně se VT přepraví 35 tisíc cestujících denně. Celkem se obsluhuje asi 40 zastávek, perioda je po dobu provozu 15 minut, v úseku z Vídně do města Wiener Neudorf je poloviční.

Používaný rozchod je normální, a to jak na železniční, tak na tramvajové síti. Je to jediný příklad normálně rozchodné tramvajové trati v Rakousku. VT jsou v úseku Vídeň – Baden provozovány v denních hodinách, v nočních hodinách je trať využívána pro nákladní železniční dopravu (v těchto hodinách mohou cestující využít příměstskou veřejnou linkovou dopravu). Trať je dvojkolejná, pouze ve městě Baden je 2,3 km dlouhý jednokolejný úsek.

Začátek trati pro tento systém je u vídeňské Opery, konec v Badenu na Josefském náměstí (Josefplatz). Konkrétně v úseku od Opery k žst. Wien-Meidling jsou VT provozovány po tramvajové síti, od žst. Wien-Meidling do Badenu po železniční trati (trať 515 v jízdním řádu ÖBB), poslední asi 2 km dlouhý úsek ve městě Baden je v podobě tramvajové trati. Využívají se dvě napájecí soustavy, tramvajová a železniční.

Spoje využívají pásmový provoz, ve špičce s periodou 7,5 min. Provoz je zajištěn většinou staršími tříčlánkovými vysokopodlažními soupravami a několika novými nízkopodlažními soupravami od společnosti Bombardier. Všechny soupravy jsou třísystémové (vždy stejnosměrná napájecí soustava: ve Vídni o napětí 600 V, na železniční trati o napětí 750 V a v Badenu o napětí 850 V), s maximální rychlostí až 80 km/h. Ve Vídni a v Badenu je minimální poloměr oblouku 19,28 metru, na železniční trati 100 metrů.

V budoucnu by měla pokračovat modernizace stanic a zastávek, informačního systému pro cestující. Počítá se, že velikost periody se zkrátí i pro úsek Wiener Neudorf – Baden.

### **Lyon (Francie)**

Projekt VT pro východofrancouzskou aglomeraci města Lyon byl zahájen v roce 2007. Jednalo se o nasazení vozidel Citadis Dualis (dodávka všech objednaných souprav byla ukončena v roce 2012) a o obnovení infrastruktury na všech provozovaných tratích linek TER (regionální vlaky), zaústěných do železniční stanice Lyon-Saint-Paul a využívání výhradně pro osobní dopravu. V projektu se počítalo s 3 linkami na síti s celkovou délkou cca 55 km (23 stanic nebo zastávek) a se dvěma přechodovými úseky mezi tramvajovou a železniční sítí. Vše bylo spojeno i se zdvojkolejněním některých traťových úseků, přestavbou železničních stanic nebo výstavbou kapacitních záchytných parkovišť. Počítalo se, že se počet cestujících během 3 let zdvojnásobí na 13 tisíc denně.

Jednotky Citadis Dualis o délce 42 metrů jsou třísystémové. Vzhledem k tomu, že se na železniční síti v předmětné aglomeraci města Lyon využívá nejen střídavá napájecí soustava o napětí 25 kV a frekvenci 50 Hz, ale také stejnosměrná o napětí 1 500 V, jsou vozy vybaveny pro tyto dva systémy. Dále pro využití na tramvajové síti jsou vozidla schopná napájení stejnosměrným proudem o napětí 750 V.

Vlastní zahájení provozu bylo od roku 2012 (provozovatelem je společnost SNCF TER Auvergne-Rhône-Alpes), prozatím pouze na nejdelší lince Lyon – Sain-Bel s půlhodinovou periodou s tím, že část úseku byla díky vloženým spojům obsluhována v rámci čtvrt hodinové periody. Koncem téhož roku byla zprovozněna druhá linka Lyon – Brignais s půlhodinovou periodou. Třetí linka do Lozanne dosud zprovozněna nebyla, takže celková délka sítě oproti projektu je jen cca 40 km a je obsluhováno 17 stanic nebo zastávek. Současně oproti projektu se počet cestujících nezdvojnásobil, ale došlo jen k nárůstu asi o pětinu.

Spuštění bylo hodnoceno jako předčasné a bez řádně dokončené přípravy. V roce 2015 se navíc rozhodlo, že se další rozšiřování pozastavuje.

### **Nantes (Francie)**

V západofrancouzské aglomeraci města Nantes je provoz navržen pro dvě linky. Obě linky začínají na hlavním nádraží v Nantes, odkud první linka vede do Clissonu (provoz od roku 2011) a druhá linka do Châteaubriant (provoz od roku 2014).

Na první lince je provoz ve špičce v půlhodinové periodě, mimo špičku se perioda ztrojnásobuje. Délka linky je 26,3 km, jízdní doba 29 minut, traťová rychlost je 100 km/h, ale v posledním mezizastávkovém úseku je snížena na 60 km/h.

Na druhé lince je provoz ve špičce v hodinové periodě, mimo špičku se perioda zdvojnásobuje. Délka linky je 62,1 km, jízdní doba 75 minut, traťová rychlost je 70/100 km/h. Linka je vedena přes důležitý přestupní bod veřejné hromadné dopravy Haluchère – Batignolles.

Na obou linkách jsou nasazovány soupravy Citadis Dualis (přes 30 čtyřvozových souprav) od výrobce Alstom. Jedná se o dvousystémovou VT pro provoz na tramvajové síti se stejnosměrnou napěťovou soustavou s napětím 750 V a pro provoz na železniční síti se střídavou napěťovou soustavou s napětím 25 kV a frekvencí 50 Hz. Plně nízkopodlažní souprava s maximální rychlostí 100 km/h má délku 42 metrů, šířku 2,65 metrů. Její kapacita činí 93 sedících a 146 stojících cestujících.

Ve fázi studie jsou další dvě VT linky. Jedná se o linku z letiště do 40 km vzdáleného města Pornic, které se nachází jihozápadně od Nantes, respektive o linku do města Carquefou, severně od Nantes.

### **Mulhouse (Francie)**

Ve východofrancouzském městě Mulhouse vznikl první VT systém ve Francii, a to v roce 2006. Při plánování a při výstavbě byl využit souběh se zřizováním nového tramvajového provozu ve městě, což značně usnadnilo celý proces realizace (tramvaje pro MHD v Mulhouse byly plánovány od roku 1997).

Zmiňovaná linka (18 zastávek) vede z hlavního nádraží v Mulhouse přes Lutterbach Gare (přechod mezi tramvajovou a železniční sítí; současně zde je ukončena později zmiňovaná tramvajová linka 3) do města Thann. S tramvajovou linkou 3 je tato linka vedena souběžně (obě linky mají půlhodinovou periodu, v neděli hodinovou periodu) a z hlediska provozu se zde využívají časové proklady, takže na společném úseku (11 zastávek) je výsledná perioda čtvrt hodinová, v neděli potom půlhodinová.

Jízdní doba VT linky je v jednom směru 46 minut, v opačném směru 42 minut. Na obou sítích se používá normální rozchod kolejí. Provozovatelem je dopravce Soléa.

Jako vozidla se využívají nízkopodlažní soupravy Siemens Avanto. Obousměrné pětičlankové soupravy jsou dlouhé 37 metrů a široké 2,65 metru s obsaditelností 231 osob, které jezdí na železniční síti rychlostí až 100 km/h, na tramvajovém úseku až 70 km/h.

V budoucnosti se plánuje prodloužení VT provozu z Thanu, dále po stejné trati až do městečka Kruth a další větve do Guebwilleru. Realizace rozvojových záměrů je ale nejistá a termíny nejsou stanoveny, neboť město Mulhouse pozastavilo další rozvoj městské tramvajové sítě. Rozvoj by tak musel být financován pouze ze strany alsaského regionu a SNCF. S prodloužením linky by také musela být řešena otázka nákupu a provozování nových vozidel.

### **Szeged (Maďarsko)**

V roce 2007 tak vznikl projekt, který si kladl za cíl zlepšit dopravní spojení měst Szeged a Hódmezővásárhely. Řešením pak měla být integrace tramvaje se železnicí, kdy bude využita jak stávající tramvajová síť v Szegedu, tak železniční trať č. 135 a výstavba 3,5 km nové jednokolejné tramvajové trati na území města Hódmezővásárhely.

projekt počítal s využitím stávající tramvajové i železniční tratě. Železniční trať k městu Szeged od Hódmezővásárhely vede ze severovýchodního směru a na severu města, kdy se tangenciálně dotýká města skrze stanici Szeged-Rókus. Trať je dále vedena mimo centrum, objíždí jej, aby byla do centra přivedena z jihu k železniční stanici Szeged nedaleko jediného mostu přes řeku Tisza, která město protíná a dělí jej na dvě části. Přičemž těžiště města se nachází na západní straně, tedy tam, kde končí trať č. 135. Naopak tramvajová trať, po které je vedena linka č. 1, která rovněž zastavuje u železniční stanice Rókus má radiální charakter. Prochází přímo centrem, kde jí na přestupní zastávce Anna-kút, nedaleko autobusového nádraží, kolmo protíná linka 3, respektive 4.

Ke spojení měst vlakotramvají tak zbývalo využít jen stávající železniční trať a vybudování 3,5 km nové trati ve městě Hódmezővásárhely (první tramvajová trať v Maďarsku vybudovaná po 108 letech). Díky tomu jsou centra obou měst spojena jediným spojem, bez nutnosti přestupu. Železniční trať byla v části, kde je využívána také vlakotramvají, zdvoukolejněna (vyjma „úzkých hrdel“ jako je například most přes řeku Tisza u obce Algyó, nebo železniční přejezdy). Provoz vlakotramvají tak nebude zásadně vyčerpávat kapacitu dopravní cesty vzhledem ke konvekčním vlakovým spojům obsluhující region. Ty jezdí přibližně jednou za hodinu. Konvenční železniční dopravu provozuje dopravce MÁV-START, který provozuje také nové vlakotramvaje. Zvýšena byla také maximální traťová rychlost, která dosahuje  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a v městském provozu pak  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Došlo také ke zlepšení na straně nabídky spojů. Celou trasu (Szeged vasútállomás – Hódmezővásárhely vasútállomás (tj. železniční stanice)) ujede vlakotramvaj za 42 minut. Cesta z centra do centra trvá 32 minut.

Vlakotramvaj přejíždí z tramvajové trati dopravního podniku Szegedi Közlekedési Társaság na železniční v Szegedu za nádražím Rókus. Na tramvajový úsek přejíždí opět ve městě Hódmezővásárhely, u železniční stanice Népkert vasútállomás, ke které přijíždí z její zadní strany. V této části došlo k výstavbě samotné tramvajové zastávky se dvěma kolejemi, pro křižování (dále je tramvajová trať jednokolejná) a kde je vybudováno i K+R parkoviště a kryté přístřešky pro jízdní kola. V těchto stykových místech rovněž přechází vozidla na pohon dieselovými motory.

Další možnost křižování tramvají je po přibližně 1,6 km, kdy tramvajová trať vede středem pozemní komunikace a vzhledem k městské zástavbě bylo zvoleno jednokolejné řešení se segregovaným provozem. Tento způsob řešení je zřejmě kompromisem, aby tramvajový provoz nebyl ovlivňován případnými kongescemi, ale zároveň zcela neznemožnil provoz na hlavních silnicích skrze centrum města. Křižování tramvají, respektive jednokolejný provoz tak bude zřejmě v budoucnu případným omezujícím faktorem kapacity této tramvajové trati, zejména tedy v případě města Hódmezővásárhely, kde je, jak již bylo zmíněno, jediný jednokolejný úsek.

Celkem 12 vlakotramvají Citylink dodává výrobce Stadler. Třívozové vlakotramvaje nesou řadové označení 406. Jejich maximální konstrukční rychlost

dosahuje hodnoty  $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Cestujícím je k dispozici 92 míst k sezení, plocha pro stání až 216 cestujících, při  $4 \text{ os}\cdot\text{m}^{-2}$ , prostory pro 2 invalidní vozíky, nebo 4 dětské kočárky, dále pak WiFi a klimatizace.

Jak již bylo uvedeno, vozidla jsou hybridní, využívají tedy jak trolejové vedení na městských tramvajových tratích, napájené 600 V, tak spalovací motory na železniční trati. Nicméně i se samotným napájením trolejového vedení se vyskytly potíže, když bylo v roce 2021 zjištěno, že stávající síť v Szegedu by nezvládla zvýšený odběr energie v důsledku nárůstu tramvajové dopravy, a tedy i odběru elektrické energie. Proto byl rychle vypracován projekt na modernizaci napájecí stanice.



Foto č. 5: Szegedi Közlekedési Társaság

Z charakteru provozu jsou vozidla obousměrná. V Szegedu na konečných zastávkách (Szeged vasútállomás a Szeged-Rókus) sice existují smyčky, v Hódmezővásárhely je ale trať ukončena dvěma kusými kolejemi. Interoperabilita z hlediska nástupu na tramvajových zastávkách a na nástupištích v železničních stanicích je řešena výsuvnými schůdky pro výšku nástupu 300/550 mm nad temenem kolejnice.

Zásadní otázkou bylo rovněž zabezpečovací zařízení, jak na straně vozidla, tak i infrastruktury. Konvenční železniční trať je kryta ze strany tramvajové trati návěstidlem s návěstí stůj v základní poloze. Tedy jako v železničním provozu. Ve vozidle pak při přejezdu upozorní kontrolka strojvedoucího na povinnost stáhnout sběrač a nastartovat spalovací motory. Vzhledem k tomu, že trať není kódovaná postačuje pak již pouze kontrola bdělosti strojvedoucího, stejně jako na doposud provozovaných motorových vozech.

Celý projekt se podařilo úspěšně dokončit i přes veškeré výzvy, které přinášel. V Maďarsku šlo o vůbec první integraci železniční a tramvajové dopravy, proto musela

být vyřešena nejen výše zmiňovaná otázka zabezpečovacího zařízení, ale také například úprava předpisů pro provoz na tramvajové síti, jejímž provozovatelem je tamní dopravní podnik.

Opomenout nelze ani politickou situaci. V obou zmiňovaných městech je totiž u vedení maďarská opozice, a proto by byly neúspěchy u takto nákladného projektu vládnoucí stranou zcela jistě připomínány.

První spoje vlakotramvají byly vypraveny 29.11.2021, do konce roku pak vyjížděl každou hodinu jeden spoj. Od 1.1.2022 byl pak interval zkrácen na 20 minut ve špičkách a 30 minut v sedlech. Od 15.3.2022 byl zkrácen na 10 minut. Do 15.4.2022 měli možnost cestující využívat tyto spoje zdarma.

Při plánování projektu byly náklady vyčísleny na 16 mld. forintů, nakonec ale dosáhly výše 80 mld. forintů. Částka zahrnuje všechny zmiňované úpravy, pořízení vozidel a výstavbu nového depa.

### **Výstupy z charakteristiky systémů VT**

Bylo by možné charakterizovat další systémy z Německa (Kolín nad Rýnem – Bonn, Ludwigshafen, Heidelberg a Mannheim), z Rakouska (Linec, Innsbruck), ze Švýcarska (Curych, Bazilej, Bern, St. Gallen), z Francie (pařížská linka 4), z Nizozemí apod. V některých případech se ale o „klasickou“ VT přímo nejedná.

Každý z charakterizovaných systémů má svá specifika, je možné ale nalézt společné body, které jsou důležité vzít v potaz, pokud například by se v některé městské aglomeraci uvažovalo se návrhem systému VT. Může se jednat například o následující (není seřazeno podle důležitosti):

- poučit se z komplikací, které nastaly při vzniku a rozšiřování existujících systémů,
- provoz není třeba omezovat hranicemi administrativních jednotek nebo dokonce státními hranicemi,
- důležité je veřejné projednání a dohoda o budoucí časové kontinuitě financování provozu a dalších investic všemi zúčastněnými stranami,
- provedení průzkumu trhu a přepravního potenciálu ze strany cestujících,
- před návrhem systému se musí analyzovat možná vozidla a vybrat nejvhodnější typ (řešit třeba i problematiku různé výšky nástupní hrany kvůli přístupnosti vozidel),
- analyzovat rozsah potřebné rekonstrukce dopravní infrastruktury včetně zastávek a dopad na propustnost dopravní sítě podle navrhovaného rozsahu provozu,
- minimalizování potřeby výstavby další infrastruktury pro VT díky využití stávající (i když třeba rekonstruované) tramvajové sítě a železniční sítě,
- po rozhodnutí o vzniku nového systému je žádoucí umožnit testovací provoz na trase budoucí linky, nebo aspoň v části trasy (vyvarovat se předčasného a dostatečně nepřipraveného spuštění systému),
- posoudit preferenci vozidel VT při jejich provozu po tramvajové síti ve městě (včetně varianty podzemního vedení části trasy),
- provoz začít na jednom vybraném úseku či lince,

- řešit problematiku volby vhodného umístění přechodových úseků mezi různými napěťovými soustavami,
- postupné rozšiřování systému je výhodnější než provozování celého systému od začátku,
- potřeba synergie systému VT s ostatními subsystémy veřejné hromadné dopravy či individuální dopravy (P+R, B+R, K+R),
- v případě využití hybridních vozidel vzít v potaz specifika provozu včetně například vlivu na kapacitu vozidel a tím počet míst pro cestující,
- v nočních hodinách může být trasa pro provoz VT využita pro nákladní dopravu,
- vozidla mohou najít uplatnění i v menších městských aglomeracích.



Fotoč. 6: Nákladní tramvaj v Drážďanech<sup>4</sup>

### Závěr

Potenciál lehkých kolejových vozidel se v mnoha lokalitách proměnil v úspěšný model provozování veřejných služeb v přepravě cestujících. Levnější a dynamičtější lehké kolejové vozidlo ztraktivňuje regionální drážní dopravu nejen komfortem, ale i lepší dynamikou a kratší jízdou starým dieselovým vlakům, a to bez vysokých investic do infrastruktury. Jak dokládá příspěvek, v zahraničí existuje široká řada příkladů funkční vlakotramvaje, každá je vždy vhodně uzpůsobena konkrétním podmínkám. Nezbývá než doufat, že potenciál LKV objeví i objednatelé v tuzemsku.

### Literatura

- [1] ČEPICKÝ, Vít. Vlakotramvaje v České republice: dočkáme se tentokrát? *Železničář*. č. 3/2024. Str. 15-18.
- [2] Štěrba, R. Tramvaj na české železnici?, *ŽELEZNIČÁŘ*. č. 20/1999. str. 6.
- [3] DRDLA, Pavel. Nový systém vlakotramvaje pro město Szeged a jeho aglomeraci. In: *Verejná osobná doprava 2022*. Bratislava: Kongres studio, 2022. s. 96-101. ISBN 978-80-89565-54-2.
- [4] DRDLA, Pavel. Příklady využití vlakotramvají v praxi. *Nová železniční technika: nové železniční trendy*. 2019, 27(3): 23-30. ISSN 1210-3942.

<sup>4</sup> <https://www.dvb.de/~media/files/die-dvb/dvb-vortrag-cargotram.pdf>

- [5] DRDLA, Pavel. Vlakotramvaj jako alternativa pro dopravní obslužnost. Nová železniční technika: nové železniční trendy. 2019, 27(2): 20-23. ISSN 1210-3942.
- [6] HARÁK, M. Do centra Zwickau vlak a tramvaj na stejném tělese. Železničář. Dostupné z: <https://zeleznicar.cd.cz/zeleznicar/zahranici/do-centra-zwickau-vlak-a-tramvaj-na-stejnem-telese/-4144/>
- [7] Cagliari light rail extends. Railway Gazette International. 16 February 2015. Dostupné z: <https://www.railwaygazette.com/cagliari-light-rail-extends/40530.article>

**Lektorovali:**

Ing. Jan Sechter, Hospodářská komora ČR

Ing. Pavel Winter, IDSK