

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ ELEKTRONIKY A TELEKOMUNIKACÍ**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**TECHNICKÝ VÝVOJ A BUDOUCNOST**

**TROLEJBUSOVÉ TRAKCE**

**V ČECHÁCH A NA SLOVENSKU**

**JAN MAŠEK 2017**

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**Fakulta elektrotechnická**

**Akademický rok: 2016/2017**

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

**(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)**

**Jméno a příjmení: Bc. Jan MAŠEK**

**Osobní číslo: E15N0070P**

**Studijní program: N2612 Elektrotechnika a informatika**

**Studijní obor: Dopravní elektroinženýrství a autoelektronika**

**Název tématu: Technický vývoj a budoucnost trolejbusové trakce v Čechách a na Slovensku**

**Zadávací katedra: Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

### **Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :**

1. Popište stručně historický vývoj trolejbusové trakce v Čechách a na Slovensku.
2. Uveďte stručně historický vývoj po technické stránce - konstrukci a elektrickou část.
3. Uveďte technické vlastnosti vrchního trolejového vedení a jeho napájení.
4. Navrhněte samostatně možné směry vývoje trolejbusové elektrovýzbroje. Návrh zdůvodněte i po ekonomické stránce.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Flajtingr J., Kule L.: Elektrické pohony se střídavými motory a polovodičovými měniči, Skripta ZČU Plzeň 2005
2. Firemní dokumentace ŠKODA:  
Flajtingr J. a kol.: Projekční dokumentace pro trolejbusy - bloková schemata.  
Flajtingr J. a kol.: Řešení problematiky optimálního pracovního bodu a energetických toků sériového hybridu s trakčními bateriemi a superkapacitory.  
Flajtingr J. a kol.: Projekční dokumentace elektrovýzbroje sériového hybridního busu.  
Flajtingr J. a kol.: Simulace vozidla se sériovou koncepcí vybaveného trakčními bateriemi a superkapacitory.  
Flajtingr J. a kol.: Components of electrical equipment for the battery tram.

Vedoucí diplomové práce:

**Doc. Dr. Ing. Jiří Flajtingr**

Škoda Electric, Plzeň

Datum zadání diplomové práce:

**14. října 2016**

Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2017**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2016

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce se zabývá vývojem prostředku hromadné dopravy, nedílné součásti mnohých českých a slovenských měst - trolejbusu, pojednává především o technickém vývoji vozidel a napájecího systému, zaměřuje se také na historický vývoj. Poslední část se věnuje budoucímu vývoji trolejbusových elektrovýzbrojí a návrhem trolejbusu.

## **Klíčová slova**

trolejbus, mechanická část, elektrická část, trolejové vedení a napájení, elektrická výzbroj

## **Abstract**

This diploma thesis deals with the development of the vehicle of mass transport an integral part of many Czech and Slovak cities - the trolleybus. The thesis deals primarily with the technical development of vehicles and power system, and also focuses on historical development. The last part deals with the future development of the trolleybus electrical equipment and design of the trolleybus.

## **Key words**

trolleybus, mechanical part, electrical part, wire and supply, electrical equipment

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

A handwritten signature in blue ink that reads "Jan Mašek". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal dotted line.

podpis

V Plzni dne 18.5.2017

Bc. Jan Mašek

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu doc. Dr. Ing. Jiřímu Flajtingrovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

# Obsah

<b><u>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</u></b>	<b>10</b>
<b><u>ÚVOD</u></b>	<b>11</b>
<b><u>1 Vývoj trolejbusové trakce na území býv. Československa</u></b>	<b>12</b>
<b><u>1.1 Historické období (1904 - 1916)</u></b>	<b>12</b>
<b><u>1.1.1 Provozy historických trolejbusů na území býv. Československa</u></b>	<b>13</b>
<b><u>1.2 Moderní období (od 1936)</u></b>	<b>14</b>
<b><u>1.2.1 Provozy moderních trolejbusů na území býv. Československa</u></b>	<b>15</b>
<b><u>1.2.1.1 Praha (1936 - 1972)</u></b>	<b>17</b>
<b><u>1.2.1.2 Plzeň (od 1941)</u></b>	<b>18</b>
<b><u>1.2.1.3 Bratislava (od 1941)</u></b>	<b>19</b>
<b><u>1.2.1.4 Zlín (od 1944)</u></b>	<b>20</b>
<b><u>1.2.1.5 Most - Litvínov (1946 - 1959)</u></b>	<b>21</b>
<b><u>1.2.1.6 České Budějovice I. (1948 - 1971)</u></b>	<b>23</b>
<b><u>1.2.1.7 Jihlava (od 1948)</u></b>	<b>24</b>
<b><u>1.2.1.8 Hradec Králové (od 1949)</u></b>	<b>25</b>
<b><u>1.2.1.9 Brno (od 1949)</u></b>	<b>26</b>
<b><u>1.2.1.10 Děčín (1950 - 1973)</u></b>	<b>27</b>
<b><u>1.2.1.11 Pardubice (od 1952)</u></b>	<b>28</b>
<b><u>1.2.1.12 Mariánské Lázně (od 1952)</u></b>	<b>30</b>
<b><u>1.2.1.13 Teplice (od 1952)</u></b>	<b>32</b>
<b><u>1.2.1.14 Ostrava (od 1952)</u></b>	<b>33</b>
<b><u>1.2.1.15 Opava (od 1952)</u></b>	<b>34</b>
<b><u>1.2.1.16 Prešov (od 1962)</u></b>	<b>36</b>
<b><u>1.2.1.17 Ústí nad Labem (od 1988)</u></b>	<b>37</b>
<b><u>1.2.1.17 Banská Bystrica (od 1989)</u></b>	<b>38</b>
<b><u>1.2.1.19 České Budějovice II. (od 1991)</u></b>	<b>39</b>
<b><u>1.2.1.20 Košice (od 1993)</u></b>	<b>41</b>
<b><u>1.2.1.21 Žilina (od 1994)</u></b>	<b>42</b>
<b><u>1.2.1.22 Chomutov-Jirkov (od 1995)</u></b>	<b>43</b>



<b><u>2 Vývoj trolejbusové trakce po technické stránce - Vozidla</u></b>	<b>45</b>
<b><u>2.1 Mechanická část</u></b>	<b>45</b>
<u>2.1.1 Vývoj mechanické části trolejbusů v býv. Československu</u>	<b>50</b>
<b><u>2.2 Elektrická část</u></b>	<b>51</b>
<u>2.2.1 Vývoj elektrické výzbroje trolejbusů v býv. Československu</u>	<b>57</b>
<b><u>3 Trolejové vedení a jeho napájení</u></b>	<b>58</b>
<b><u>4 Další směry vývoje trolejbusové elektrovýzbroje</u></b>	<b>61</b>
<u>4.1 Vlastní návrh trolejbusu</u>	<b>66</b>

## **ZÁVĚR**

## **SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ**

## Seznam symbolů a zkratek

- aj. a jiné
- apod. a podobně
- atd. a tak dále
- býv. - bývalý
- ČSR - Československá republika (1945 - 1960)
- ČSSR - Československá socialistická republika (1960 - 1990)
- ČSFR - Česká a Slovenská federativní republika (1990 - 1993)
- ČR - Česká republika (od 1993)
- CNG - označení pohonu na zemní plyn
- DP - dopravní podnik
- kW - kilowatt
- LED - Light-Emitting Diode - světlo emitující dioda
- MHD - městská hromadná doprava
- nám. - náměstí
- NDR - Německá demokratická republika (1949 - 1990)
- PCC - President's Conference Committee Car
- PLR - Polská lidová republika (1952 - 1989)
- SOR - Sdružení opravárenství a rozvoje
- Tr - interní značení výrobce ŠKODA pro trolejbusy (Tr = Trolejbus)
- tř. - třída
- tj. - to jest
- USA - Spojené státy Americké
- ul. - ulice
- V - volt
- ZVL - Závody valivých ložisek
- ZVIL - Závody V.I.Lenina - dobové označení koncernového podniku ŠKODA

## Úvod

Trolejbusová doprava neodmyslitelně patří již po mnoho let ke koloritu mnohých měst bývalého Československa, které lze z hlediska elektrické trakce v MHD řadit k velmi vyspělým zemím v rámci Evropy i ve srovnání se západními státy. Právě trolejbusy lze identifikovat jako nositele bezemisní lokálně zcela čisté formy hromadné silniční dopravy, která napomáhá zlepšovat životní prostředí ve městech a díky přednostem elektrického pohonu (výkon, přetížitelnost, snadné zdolávání stoupání) se hodí k použití prakticky na všech vytižených trasách městské dopravy.

Předkládaná diplomová práce by ráda shrnula základní poznatky jednak stručně o vlastním vývoji trolejbusové dopravy v býv. Československu a jednotlivých městech, jednak o trolejbusových vozidlech, jejichž výroba byla až na výjimky vždy kryta domácími výrobci. Dále o pevných trakčních zařízeních - trolejovém vedení, měničnách a souvisejících prvcích. Poslední část je věnována problematice budoucího směřování trolejbusových elektrovýzbrojí také s přihlédnutím ke specifickým potřebám jednotlivých měst a návrhu trolejbusu, jehož potřeba vyvstane v nejbližší budoucnosti.



Obr.1: Plzeň - obratiště Městské lázně s trolejbusy Škoda 8 a 9Tr

Foto: Zdeněk Nesiba 5.8.1971

## 1. Vývoj trolejbusové trakce na území býv. Československa

Období vývoje trolejbusové trakce na území býv. Československa lze rozdělit do dvojice vzájemně časově oddělených úseků. Prvý spadá do úplných počátků městské dopravy jednotlivých měst, tj. první desetiletí 20. století a označuje se jako období historické. Druhé, o mnoho významější se počítá od roku 1936, kdy byl v Československu otevřen první moderní trolejbusový provoz.

[1]

### 1.1 Historické období (1904 - 1916)

První vůz pro přepravu osob s elektrickým pohonem a odběrem elektrického proudu z vrchního vedení představila roku 1882 firma Siemens na, za tím účelem zřízené, pokusné dráze v berlínské čtvrti Charlottenburg. Reálné nedostatky, vycházející hlavně z limitů tehdejší techniky odsouvají další vývoj na téměř dvacet let, kdy se roku 1900 otevírá první trolejbusová dráha pro veřejnost, a to v Paříži.

Společným znakem tzv. historických trolejbusů je především malý rozsah sítě (tvoří ji zpravidla jen jeden traťový úsek), prakticky absence trolejových křížení, výhybek a dalších armatur daná způsobem odběru proudu speciálním vozíčkem, pohybujícím se pomocí kladek po dvojici trolejových drátů. Ten zajišťuje vodivý kontakt s vedením, proud do vozidla přenáší kabel s koncovkou, jež se připojuje manuálně, protože při setkání dvojice vozů na trati si takto jednotlivé vozíky obsluha trolejbusů mezi sebou vymění. Vozidla svým vzhledem připomínají první autobusy, vycházející z podoby omnibusů taháných koňmi. Jejich největším nedostatkem se stává nedostatečná tuhost karoserie (s dřevěným rámem), trpící především otřesy při jízdě po nedokonalých vozovkách. V té době se, díky absenci klasických pneumatik, užívalo ještě loukoťových kol často s pryžovými obručemi.

[1, 4, 7]

### 1.1.1 Provozy historických trolejbusů na území býv. Československa

Rakousko-Uhersko jakožto (zvláště v části zahrnující dnešní ČR) velmi rozvinutý průmyslový stát přirozeně drželo krok s evropským vývojem i v oblasti městské dopravy. Důkazem budiž řada vybudovaných tramvajových malodrah i rozsáhlejších sítí v mnohých městech od pol. 90. let 19. století do konce 1. desetiletí 20. století. Vedle toho vzniká také čtveřice tratí historických trolejbusů. Jako první na Slovensku v Tatrách, spojující Poprad a Starý Smokovec. Tehdejší trolejbusy se v náročných horských podmínkách příliš neosvědčí, záhy po otevření (1904) je provoz uzavřen (1906) a náhradou dochází k zbudování, postupem času dále rozšiřované a dodnes existující úzkorozchodné elektrifikované, Tatranské železnice tzv. električky. Další a z ostatních nejdéle sloužící trať zřizuje rakouské město Gmünd, pro spojení svého centra se vzdáleným nádražím (dnešní České Velenice). Provoz se zahajuje v roce 1907, trať se během dalšího období dokonce dočká prodloužení k nové výpravní budově. Pro malou rentabilitu ale trolejbusy dojezdí roku 1916. Dvojice měst otevírá trať "bez kolejných elektrické dráhy" roku 1909, a to České Budějovice, mající svůj tzv. hřbitovní trolejbus zajišťující spojení mezi konečnou tramvaje na Pražském předměstí a vstupem na městský hřbitov v Kněžských Dvorech. Původně měla vést tramvajová trasa až do těchto míst, vzhledem k úřady nepovolenému úrovnovému křížení se železnicí město muselo hledat jinou alternativu. Doprava na trolejbusové dráze končí v létě 1914 s vypuknutím I. světové války, vozidla rekvíruje armáda.



Obr.2: Českobudějovický "hřbitovní" trolejbus na dobovém snímku.

[22]

Druhé město - Bratislava se dočká historických trolejbusů v podobě tratě především rekreačního charakteru do Vydrickej doliny. Provoz zajišťuje krom klasických vozů také čtveřice unikátních letních otevřených trolejbusů. K zastavení dopravy roku 1915 vedou především opakující se defekty kol, kterým praskají, vlivem špatných cest, gumové obruče.

Ač žádný provoz nepřežil I. světovou válku přes to byl přínos trolejbusů významný z hlediska dalšího vývoje. I když v období první republiky zažívaly zlaté období především tramvaje, trolejbusy se (v moderní podobě) na scéně objevily v druhé polovině 30. let, aby už v ulicích československých měst zůstaly až dodnes. [1, 4, 7, 22, 52, 53]

## **1.2 Moderní období (od 1936)**

Moderní trolejbus lze charakterizovat především dvěma výraznými odlišnostmi od vozidel tzv. historických. Prvá je způsob přívodu elektrického proudu zajištěná nyní dvojicí tyčových sběračů s pevnou základnou na střeše vozu, druhá pak kola s pneumatikami, obé odbourávající nedostatky předchozí generace vozidel. Dalším předpokladem pro zdárný rozvoj trolejbusových systémů se stává zlepšení povrchů vozovek (výdlažba původně prašných ulic), zaručující tedy pohodlnější jízdu a snížení defektů kol. Tratě moderních trolejbusů tvoří zhusta rozsáhlé sítě, proto disponují značným množstvím různých typů trolejových armatur (výhybky, křížení, děliče napajecích sekcí apod.), propracovaný je také samotný systém napájení.

Trolejbusové moderní období nastává roku 1922, kdy se otevírá provoz v britském Birminghamu a úspěch nového dopravního prostředku vede k jeho zavádění v dalších městech v zemi, na evropském kontinentu (Francie) i v zámoří (USA). Zlatým věkem jsou především 40. a 50. léta, kdy se buduje mnoho provozů ve všech částech světa. Bohužel nástup automobilismu a preference autobusů vede v 60. a 70. letech k masivní likvidaci elektrické trakce jak v Americe, tak západní Evropě, východní blok je postižen zčásti (NDR, PLR, částečně ČSSR) zatímco Sovětského svazu se krize nedotýká a nadále jsou tam trolejbusy preferovány. Jisté i když ne již tak mohutné oživení nastává v 80. letech, kdy vyhrocená ekologická situace ve městech i vysoký nárůst cen tekutých paliv po sérii ropných krizí dávají rozvoji trolejbusové trakce opět zelenou. V současnosti záleží na přístupu jednotlivých států nebo spíše vlastních měst, povětšinou probíhá stagnace,

příliš mnoho nových tratí se nebuduje, úplně nových systémů je žalostně málo. Silnou likvidační vlnu zažily v nedávné době země bývalého Sovětského svazu, kde především totální nedostatek financí i lobbistické tlaky vedly k uzavření mnoha provozů. Ve vyspělých zemích Evropy brání řádnému rozvoji experimentování s elektrobusy i jejich preference ze strany orgánů Evropské unie nebo národních vlád (v Německu kupř. není možné čerpat prostředky na výstavbu trolejbusových tratí).

[1, 3, 4, 7]

### **1.2.1 Provozy moderních trolejbusů na území býv. Československa**

Československo poměrně dlouho otálí, o trolejbusy se zajímají v Praze, Brně nebo Zlíně, ale konkrétní kroky začne konat až počátkem 30. let Praha, která svůj provoz otevírá 28.8.1936, přičemž toto datum lze považovat za počátek éry moderních trolejbusů v Československu. Jelikož se nový dopravní prostředek velmi dobře osvědčí, zajímají se o něj i v dalších městech. V období Protektorátu zřizuje první tratě Plzeň (1941) a Zlín (1944). Tehdy samostatný Slovenský Štát otevírá za německé materiální pomoci provoz v Bratislavě (1941). Až po osvobození se podaří dokončit za války rozestavěnou trať v Litvínově (1946). Přelom 40. a 50. lze označit jako zlatou éru trolejbusů v Československu. Vzniká většina dnešních provozů, stávající zažívají stavební rozmach při navyšování počtu linek i vozidel, výstavbě řádného provozního a dílenského zázemí apod. K tak masivnímu rozšíření trolejbusové dopravy přispěje především potřeba zajistit kvalitní městskou dopravu v sídlech střední velikosti - Hradec Králové (1949), Děčín (1950), Pardubice (1952), případně tam nahradit dožívající (II. světovou válkou opotřeбенé) systémy úzkorozchodných malodrah - Jihlava a České Budějovice (1948), Mariánské Lázně, Teplice a Opava (1952) Ve větších aglomeracích pak vznikají trolejbusové tratě jako doplněk sítě tramvají - Brno (1949), Ostrava (1952).

Slibný rozvoj se zastavuje v polovině 50. let, přichází stagnace projevující se hlavně ukončením stavebního rozšiřování sítí. Poslední nově zřízeným provozem se stává slovenský Prešov (1962) naopak trolejbusová doprava v Mostě - Litvínově se nahrazuje normálněrozchodnou tramvají již v roce 1959. Otevřená krize elektrické (zvláště trolejbusové) trakce přichází roku 1963, kdy vstupuje v platnost vyhláška o minimalizaci počtu druhů prostředků MHD určující linii postupného zániku většiny trolejbusových provozů a jejich náhradu autobusy. Masivně se takto děje

v západních zemích, kde se likviduje ve velkém. V ČSSR je pozice trolejbusů silně narušena, přijatá koncepce omezuje nejen rozvoj, ale i pouhé udržení stávajícího rozsahu provozů vlivem omezených dodávek nových vozidel. Trojice měst podléhá vládnímu diktátu, redukuje rozsah trolejbusové dopravy a následně ji zcela zruší: České Budějovice (1971), Praha (1972) a Děčín (1973). Silně ohrožen je provoz v Hradci Králové, jiná města zachovávají neutrální pozici, proti vládnímu opatření se staví Plzeň, Jihlava a Zlín (v prvních dvou se dokonce budují nové tratě). Až ropná krize spojená s výrazným nárůstem cen pohonných hmot vede k rehabilitaci pohledu na trolejbusy, jimž je hlavně v 80. letech připisován velký význam. Dle vládní vyhlášky č. 205 z roku 1981 se určuje vývoj do dalších let počítající nejen s mohutným rozvojem stávajících sítí, ale též zřizováním trolejbusové dopravy v mnohých městech českých (např. Ústí nad Labem, Kladno, Třebíč, Znojmo, Třinec, Havířov atd.) a slovenských (Banská Bystrica, Nitra, Košice, Žilina atd.). Ze smělých plánů se nakonec podaří realizovat jen výrazně redukovanou část. Pomocí zlepšit ovzduší přicházejí trolejbusy do Ústí nad Labem (1988), obnovit své bývalé pozice do Českých Budějovic (1991) a přinést kvalitní dopravu do aglomerace Chomutova-Jirkova (1995). Na Slovensku se pak zavádí v Banské Bystrici (1989), Košicích (1993) a Žilině (1994). Opětovná renesance trolejbusů jako ekologického prostředku se výrazně přibrzdí koncem 90. let, některá města dokonce uvažují o likvidaci svých provozů, krátkodobě Pardubice a Teplice, dlouhodobě Mariánské Lázně. V současnosti nelze postavení trolejbusů jednoznačně definovat. V ČR chybí jasná dopravní koncepce, která by se k budoucnosti trolejbusů vyjádřila, vše závisí na rozhodování jednotlivých měst a jejich vedení. Proto lze sledovat velké rozdíly v přístupu k trolejbusům a MHD napříč republikou od pozitivních postojů (Zlín, Ostrava, Pardubice, Brno, České Budějovice, Ústí nad Labem, nově Mariánské Lázně) přes neutrální (Plzeň, Jihlava, Opava, Hradec Králové,) neurčité (Teplice) a negativní (Chomutov-Jirkov). Na Slovensku se trolejbusy těší oblibě tradičně v Prešově, Žilině také v Bratislavě, nové perspektivy se otevírají likvidací dříve bezprostředně ohrožené sítě v Banské Bystrici, zato víceméně nulové vyhlídky má provoz v Košicích, už více než rok přerušovaný a s malou nadějí na vzkříšení.



Předvídat další vývoj trolejbusové trakce na území býv. Československa je v současné době obtížné. Celkově je dnes k trolejbusům opět přistupováno s určitým despektem. Sice se jim přiznávají zvláště ekologické přínosy, současně jsou jim až příliš vytýkány vyšší náklady na provoz, na výstavbu tratí a souvisejících zařízení, jejichž životnost však při správné údržbě dosahuje až 50 let. Při tomto se až všespásně vzhlíží k různým alternativám (vodíkové autobusy, elektrobusy), u nichž je vývoj vesměs ještě "v plenkách" a náklady na jejich pořízení nejsou také nikterak nízké, zatímco trolejbus je u nás již osm desítek let prověřeným spolehlivým dopravním prostředkem.

[1, 3, 4, 7]

### **1.2.1.1 Praha (1936 - 1972)**

Město nejprve po dlouhou dobu prověřuje několik variant trasování své první trolejbusové tratě a nakonec volí tu spojující vilovou zástavbu Prahy 6 - Ořechovku a Hanspaulku, oplývající vhodnými parametry pro vyzkoušení nového a prozatím neznámého dopravního prostředku. Slavnostní zahájení provozu probíhá 28.8.1936 za hojné účasti zástupců města i elektrických podniků a za velkého zájmu Pražanů. Dobré zkušenosti vedou k rozšiřování sítě ještě před válkou (ze Smíchova k Walterově továrně v Jinonicích) a v masivním měřítku pak v poválečné době: síť v centru města, tratě na Strahov, Pankrác, do Vršovic, Strašnic, Vysočan, Jinonic, z Libně na Prosek a dál do Letňan a Čakovic (významná průmyslová oblast), do Velké Chuchle s nerealizovaným prodloužením na Zbraslav (rekreační charakter). Čtyři stálé vozovny a samostatné dílny těžké údržby řadí vedle délky sítě a počtu vozů pražský provoz k největšímu v republice. I přes významné postavení trolejbusů v rámci MHD je síť od počátku 60. let redukována ve prospěch autobusů a roku 1972 zcela zrušena. Reálná možnost obnovení diskutována živě v 80. a na počátku 90. let, myšlenka zmařena nedostatkem financí i z vůle nadřízených orgánů. Přínos trolejbusové dopravy Praze a možnosti jejího širokého uplatnění (zvláště místo páteřních autobusových linek) je naprosto zřejmý, dnes však důsledně přehlížený. Cesta ke zlepšení působení MHD na životní prostředí a čistotu ovzduší hledána v elektrobusu, (jenž je na víc jak milionovou metropoli v provozu zatím jen v jednom exempláři...) [1, 3, 4, 7, 12, 13, 14]



Obr.3: Elegantní TATRA T401 vyrobená v jediném exempláři pózuje na Jiráskově mostě se siluetou Pražského hradu v pozadí [13]

#### 1.2.1.2 Plzeň (od 1941)

Úvahy nad zavedením trolejbusů spadají do předválečného období, realizace probíhá na přelomu 30. a 40. let. První tratě, otevřené roku 1941, nahrazují do kopcovitého terénu nevhodnou autobusovou dopravu v trase z centra města na předměstí - na Doubravku a Ústřední hřbitov. Základ současné sítě vzniká v poválečné době. Nové tratě tvoří kříž a základní přestupní bod na křižovatce u Mrakodrapu, kde se stýkají trasy ze Skvrňan do Božkova a z Doudlevec na Lochotín, Bolevec resp. Košutku. Obě trasy na centrum města napojují nejvýznamější plzeňský průmyslový podnik - ŠKODA resp. ZVIL, skvrňanská větev jeho hlavní areál, doudlevecká pak detašovaný elektrotechnický závod. V 50. letech přivítají trolejbusy obyvatelé Černic a Nové Hospody. Rozšíření přichází i v 70. letech (do Lobež), ruší se ale obě větve na sever města, kde se do nového sídliště staví dvojice tramvajových tratí. Osmdesátá léta přináší elektrifikaci vytížené autobusové linky 29 ze Sídliště Bory na Doubravku, v nedávné době pak přibývá trať z Jižního předměstí přes Karlov, (kde byla postavena nová provozní základna,) na Borská pole. V současnosti se výstavba dalších potřebných tratí, které by značně

posílily význam trolejbusové dopravy dostává, vlivem experimentování s elektrobusey, do skluzu. Přitom po elektrifikaci přímo volají vytížené autobusové linky 33, 40, 41 a hlavně 30 (trojice obsluhující Severní předměstí, poslední je tzv. tangenciální linkou spojující jednotlivá předměstí, se silnou frekvencí, provozovaná téměř výhradně v článkových vozech.

[1, 3, 4, 7, 15, 16, 17]



Obr.4: Zlatá šedesátá na Náměstí Republiky. Pokus o unifikaci trolejbusů T11 s autobusy ŠM11 tehdy skončil nezdarem, čtveřice z malopočetné ověřovací série ale sloužila i plzeňskému provozu. [17]

### 1.2.1.3 Bratislava (od 1941)

Hlavní město Slovenska spouští svůj moderní trolejbusový provoz ve válečném období roku 1941, a to tratí od Národního divadla přes Račianske mýto a Hlavní nádraží k Patrónce. Dalším rozšířením se stává sklonově náročný úsek na Kolibu nebo trasa kolem hradu Devín na Červený kríž. Provozu se zvláště dotkne osvobodování města a doprava se obnovuje až v roce 1946. Následuje období mohutného rozvoje, kdy se trolejbusy zavádí na Trnávku, k Vojenské nemocnici, na Ružovou dolinu, na Šafarikovo namestie nebo do čtvrti Prievoz. Nedostatečná kapacita dílenských a deponovacích prostor i nízký stav vozového parku vedou k nasazování autobusů na trolejbusové linky.

Od 60. let se silně projevuje odklon od trolejbusové trakce. Velké rekonstrukce komunikací zavdají k vhodným záminkám na rušení jednotlivých tratí, síť je těmito zásahy výrazně okleštěna, s trolejbusy se počítá už jen v kopcovitých částech města. Změna přichází v 80. letech, kdy návrat k elektrické trakci způsobí opačný efekt - zpětné elektrifikace mnoha předtím opuštěných tras i k výstavbě tratí ve zcela nových směrech (sídliště Dolné Hony, zdravotnické ústavy) nebo i od ostatní sítě zcela izolované trati na sídliště Dlhé diely. V současnosti probíhá masivní obměna vozového parku a připravuje se významné rozšíření pole působnosti trolejbusů - počítá se s nimi jako s doplňkovým a napájecím prostředkem k tramvaji pro největší bratislavské sídliště - Petržalka.

[1, 3, 4, 7, 52, 53]



Obr.5: Trolejbusová trať těsně přimyká k Bratislavskému hradu, na snímku Škoda 14Tr v typickém laku dopravce. [53]

#### 1.2.1.4 Zlín (od 1944)

Vlivem značného rozvoje města díky obuvnickému průmyslu vyvstává na počátku 40. let potřeba adekvátní městské dopravy, kterou zřídí a provozuje společnost spadající pod koncern Baťa. Ta postaví základ trolejbusové sítě - okružní trať z centra města k Baťově nemocnici, v jejíž blízkosti se vybuduje vozovna a odbočky do Prštného a na Lesní čtvrť. Provoz se zahajuje roku 1944. Vozidla i pevná trakční zařízení progresivního řešení jsou švýcarské provenience. Další rozvoj počíná v poválečném období tratěmi do Podhoří, na Vršavu a postupným budováním meziměstské trati přes Malenovice a Kvítkovice do Otrokovic. Provoz neohrožují snahy o likvidaci, ale stavební rozmach je zmrazen až do počátku 80. let. Pak se elektrifikují další trasy - do Příkladuk, na Bartošovu čtvrť, stěžejní je zavedení trolejbusů do vysoko položeného sídlištního celku Jižní Svahy. V současnosti drží trolejbusy v rámci MHD v aglomeraci vedoucí pozici, přesto směry jejich dalšího rozšíření nejsou zdaleka vyčerpané. Bohužel výstavba potřebných úseků (například skrze centrum Otrokovic) se neustále odkládá.

[1, 3, 4, 7, 18, 19]



Obr.6: Zlínské ikony - správní mrakodrap obuvnických závodů a první čs. kloubový trolejbus ŠKODA-SANOS 200Tr. [19]

### 1.2.1.5 Most - Litvínov (1946 - 1959)

Unikátní systém páteřní trolejbusové trati spojující Litvínov (sídlíště Osada) s petrochemickým komplexem v Záluží a starým, dnes neexistujícím Mostem. Provoz budován za války, závod na syntetický bensin byl strategickým průmyslovým komplexem německé válečné mašinerie, proto byla stavba trolejbusového spojení sídlíště zaměstnanců podniku a vlastního závodu povolena, avšak nedohotovena. Trať se dokončuje až v období míru, první část se otevírá roku 1946 (Litvínov --Chemické závody), dopravě slouží unikátní původem italské trolejbusy zrekvírované německou armádou v Miláně. Trasa se postupně prodlužuje na obou stranách (od chemickým závodů přes Souš do Mostu a z Litvínova do Loučné). Trolejbusy přinášejí oproti původním úzkorozchodným tramvajím zcela novou kulturu cestování, jejich význam však záhy mizí po etapovité výstavbě tramvajové rychlodráhy na normálním rozchodu. Bohužel nejsou již hledány alternativy dalšího uplatnění trolejbusové trakce (nabízelo se např. spojení Litvínova, Janova a Horního Jiřetína) a provoz se roku 1959 uzavírá, tj. ještě před odlivem přízně k trolejbusům na vládní úrovni nastoupivší v první polovině 60. let. Diskutovaný návrat trolejbusové dopravy v průběhu 80. let se nakonec nepodaří dotáhnout do zdárného konce, ač by v současnosti mohly úspěšně koexistovat dva oddělené provozy (mostecký a litvínovsko-jiřetínský) navazující na páteřní trasu rychlodráhy.

[1, 3, 4, 7, 20, 21]



Obr.7: Unikátní trofejní italský kloubový vůz na nádvoří litvínovské vozovny. [68]

### 1.2.1.6 České Budějovice I. (1948 - 1971)

V Českých Budějovicích trolejbusy nahrazují dožilou síť jednokolejných tramvajových tratí, zároveň přinášejí spojení i zcela novými směry. Provoz se zahajuje roku 1948 nejprve do Čtyřech Dvorů, následně do Suchého Vrbného, přes Vrátu do Rudolfova, ke hřbitovu (na katastr Kněžských Dvorů) a do Rožnova. Staví se též tzv. Okruh od Nádraží přes Pekárenskou a ulicemi přiléhajícími těsně k náměstí v historickém jádru. Na konci 50. let se realizuje jediné prodloužení od hřbitova do Nemanic, pak provoz stíhá stagnace. Městská správa podlehá v druhé polovině 60. let státní doktríně odklonu od trolejbusové dopravy a rozhoduje o likvidaci místní sítě. Jednotlivé tratě jsou zavírány postupně, před zahájením rekonstrukcí ulic, kterými vedou (což je záminkou pro zrušení). Poslední provozní úsek (Rožnov - Suché Vrbné) zaniká roku 1971, město je pak na dlouhých 20 let odkázáno jen na autobusy.

[1, 3, 4, 7, 22]



Obr.8: Elegantní i když již mírně omšelý kooperační trolejbus  
čs. - francouzské výroby VÉTRA-ČKD na smyčce Čtyři Dvory.

### 1.2.1.7 Jihlava (od 1948)

Také Jihlava rokem 1948 vyřeší náhradu úzkorozchodné elektrické malodráhy (spojující centrum města a nádraží) zavedením trolejbusů. Síť se v postupném tempu rozšiřuje o první městský okruh (okruhy jsou pro Jihlavu typické), tratě do Starých Hor, Lidické kolonie, kolem Domu zdraví a na Handlovy Dvory. V 60. letech se otevírá nové kapacitní deponovací a dílenské zázemí na Brtnické. Narozdíl od jiných měst, provoz v Jihlavě nepostihuje období stagnace, vylučuje se i jakékoliv omezování trolejbusové dopravy, naopak se dokončí tzv. druhý městský okruh přes sídliště Březinova. Osmdesátá léta přináší etapovitou výstavbu trati k závodu Motorpal i dodnes nerealizovaný záměr z ní odbočné větve do městské části Bedřichov. Zrušením spojky po Benešově ulici roku 1993 se značně zhoršily manévrovací schopnosti trolejbusů při průjezdu centrem, pěší zóna vedená těmito místy nebyla dobrým řešením. Zatím poslední rozšíření sítě se realizuje roku 2000 tratí na sídliště Horní Kosov. V dlouhodobé rozestavenosti se v současné době nachází spojka této větve po Vrchlického ulici s prvním městským okruhem kolem Domu zdraví. I tak trolejbusy dominují jihlavské MHD, podílejí se význačnou měrou na přepravních výkonech, autobusy mají charakter doplňkový. [1, 3, 4, 7, 23]



Obr.9: Jihlava se stala prvním městem v ČR se zcela nízkopodlažním trolejbusovým vozovým parkem, zde 24Tr na Masarykově náměstí.



### 1.2.1.8 Hradec Králové (od 1949)

Město provozuje již před válkou rozsáhlou síť autobusových linek, z nichž některé se v době poválečné rozhodne elektrifikovat. Provoz se zahajuje roku 1949 na trati od Nádraží na Nový Hradec Králové, záhy také na Slezské předměstí. Další rozšíření následuje počátkem 50. let tratí do Kuklen s navazujícím, trvale provozovaným, jednotopým úsekem do Plačic a dokončením okruhu kolem městského jádra. Roku 1958 přivítají trolejbusy obyvatelé Malšovic, jen v plánu nakonec zůstává myšlenka napojení blízkých obcí Plotišť a Předměřic na síť. Ještě počátkem 60. let se buduje odbočka od vozovny do nově stavěného sídliště Sever, pak ale provoz postihuje stagnace. Osudné se stává rozhodnutí vedení města o postupné náhradě trolejbusů tehdy preferovanými autobusy. Vlivem rozsáhlých rekonstrukcí komunikací se zároveň ruší tudy vedené trolejbusové trasy (Gočárova tř., Stoletá a Kladská i část Pospíšilovy tř.). Redukuje se počet linek, ale vzhledem k poměrně zachovalému stavu vozového parku i pevných trakčních zařízení se termín úplné likvidace odsouvá.



Obr.10: V ČR unikátní a bohužel nedochovaný vůz 9Tr v tzv. verzi "Bergen", lišící se od běžných sériových vozů především rozdílným provedením čelního a zadního okna (užití rovných skel). Obdobné vozy vyrobil ostrovský závod pro norského zákazníka a souběhem výroby se jeden dostal do provozu v Hradci Králové. [25]

Osmdesátá léta se vyznačují návratem k elektrické trakci a vrací tak perspektivy hradeckým trolejbusům. Následující dekáda přináší obnovení téměř všech dříve zrušených úseků, staví se trať po městském okruhu přes Labskou kotlinu. Roku 1994 se zahajuje (jako první v republice) pravidelný provoz trolejbusů s pomocným pohonem (dieselagregát umístěný v přívěsném vozíku) v úseku Nový Hradec Králové - Kluky. Řetězec Albert pomáhá na přelomu tisíciletí financovat přestavbu plačické trati na klasickou dvojestopou (se závlekm k novostavbě nákupního střediska). Zatím poslední rozšíření sítě přichází s výstavbou terminálu hromadné dopravy blízko Hlavního nádraží. V současnosti se prověřuje možnost (alespoň částečné) elektrifikace autobusové linky 12 v úseku Koruna - Farářství.

[1, 3, 4, 7, 24, 25, 26]

#### 1.2.1.9 Brno (od 1949)

Brno o zavedení trolejbusové dopravy uvažuje už ve 30. letech, získává ji ale nakonec až koncem 40. let. Zřizují se tři, navzájem od sebe, manipulačními úseky, izolované trati - z centra do Slatiny, do Králova pole a z Komárova do Tuřan.



Obr.11: Atypické dvoudveřové provedení trolejbusu 9Tr, dodaného do Brna v rámci tzv. exportního souběhu (tato modifikace se běžně vyráběla pro SSSR) [29]

Později se realizují dvě prodloužení, dílčí v Tuřanech, významější je pak napojení blízkých Šlapanic na slatinskou větev. Další rozvoj krátkodobě brzdí celostátní odklon od trolejbusové dopravy, citelný od poloviny 60. let, přistupuje se k ukončení provozu na tuřanské lince. Pak ale od počátku 70. let jde Brno vlastní cestou zcela proti tehdejší, vyššími místy schváleným, směrům v rozvoji MHD. Namísto bezbřehé podpory autobusů, přistupuje k systematické výstavbě nových trolejbusových tratí, vedených většinou do nově budovaných panelových sídlišť. Elektrická trakce tam přináší bezemisní dopravu a také se může využít její přednosti snadné jízdy v členitém terénu. Následující dvě dekády se v krátkých intervalech mezi sebou zavádí trolejbusy do městských částí: Žabovřesky, Kohoutovice, Komín, Nový Lískovec, Bystrc, Jiráskova čtvrť, Bohunice, Vinohrady, sídliště Novolíšeňská. Trolejbusy v uvedených směrech dominují nebo slouží jako doplněk tramvají. Linky radiálního charakteru se v centru ukončují v důležitých přestupních uzlech (Hlavní nádraží, Mendlovo náměstí, Česká). Expanzí v 70. a 80. letech se brněnská síť stala rozsahem největší v republice, na druhé straně typickým zdejším jevem je značný podíl a délka manipulačních úseků. Rozšíření odvislé od dostupnosti finančních prostředků se plánují i v současnosti - prodloužení z "dočasné" smyčky Novolíšeňská na konečnou Jírova nebo trať obsluhující experimentální sídlištní celek ze 60. let - Lesná. [1, 3, 4, 7, 27, 28, 29]

#### **1.2.1.10 Děčín (1950 - 1973)**

Poválečná obnova pohraničních oblastí staví nové vedení města Děčín také před úkol zajištění řadné městské dopravy. Řeší jej založením komunálního dopravního podniku a rozhodnutím o výstavbě trolejbusových tratí ve význačných přepravních směrech. Provoz se zahajuje roku 1950 na postupně otevírané páteři sítě z Chrochvic přes Podmokly, dále mostem přes Labe do centra Děčína a odtud výrazným stoupáním na smyčku Stoliční vrch (Kamenická). Deponovací a dílenské zázemí se nachází v adaptovaných prostorách při Dělnické ulici. V průběhu 50. let se síť rozšiřuje o úseky do Dolního Oldřichova a Bynova (údolí Jílovského potoka s tam rozsetými průmyslovými celky), na Staré město a jako poslední se zprovozňuje trasa přes industriální oblast Rozbělesy. Trolejbusy tím obsluhují všechny důležité dopravní toky, ale další uvažovaná rozšíření (Václavov, Kotva, k Nemocnici) se již nerealizují.



Obr.12: Děčínský provoz se v 60. letech vyznačoval netradičním barevným řešením nátěru trolejbusů. Na snímku vůz 8Tr při výjezdu z Tyršova mostu do Podmokel.

[64]

Druhá polovina 60. let přináší nejprve stagnaci a nakonec rozhodnutí o postupné likvidaci provozu. Jednak z důvodů obecných jako všeobecný odklon od trolejbusové trakce a preference autobusů, jednak ze specifických pro město, a to úzké ulice, jediné silniční spojení přes řeku Labe a celek navrch zahrnující rychle vzrůstající individuální automobilová doprava. Trolejbusové tratě také trpí podjezdy s nedostatečnou světlostím, nutností jsou také investice do obnovy jednotlivých trakčních zařízení. Počátkem 70. let se počíná s redukcí sítě zrušené pak úplně roku 1973. Úvahy nad obnovením trolejbusové dopravy se objevují na přelomu 80. a 90. let, počítá se s páteří trasou Boletice nad Labem - Děčín - Podmokly - Jílové, variantně až po Libouchec a dalšími tratěmi po území města, práce však roku 1993 přeruší rozhodnutí vedení města o ukončení příprav na obnovení trolejbusové dopravy. Děčín výrazný svým členitým terénem tak zůstal zásahem radnice až do současnosti pouze autobusový.

[1, 3, 4, 7, 30, 31]

#### **1.2.1.11 Pardubice (od 1952)**

Dnes významné krajské sídlo nedisponovalo až do roku 1950 řádnou městskou dopravou. Až tehdy se zakládá komunální dopravní podnik a začíná se s výstavbou trolejbusové sítě. Jako prvou se podaří roku 1952 otevřít trať od Nádraží

přes chemickou oblast Semtína a Rybitví s navazujícím meziměstským úsekem do Lázní Bohdaneč. Teprve po dokončení oprav vozovek se může zahájit doprava na vnitroměstské síti - do Jesničánek s odbočkou k vozovně DP (na okraji sídliště Dukla), k Nemocnici a na Slovany. V 60. letech se troleje přivádějí do Pardubiček, na Židov a do středu sídliště Dukla. Současně dochází k narušování pravidelné dopravy vlivem výstavby nadjezdů nad souběžně elektrifikovanými železničními tratěmi (Trnová, TESLA) a vzniku krátkodobých objízdných tras (přes Ohrazenice). Provoz na rozdíl od jiných měst není stížen vyhlídkami na redukci a zrušení, trpí však nedostatečným energetickým pokrytím, bránícím realizaci dalších tratí. To se stává příčinou značně vleklé výstavby a zprovoznění trasy přes sídliště Polabiny, jež se urychluje až nutností využít ji jako náhradní trasy při uzavírce dnešního mostu P. Wonky. Během 90. let se provoz stabilizuje, pak přichází z úst vedení města poněkud překvapivé návrhy na zrušení trolejbusové dopravy, zažehnané až roku 2002 zprovozněním důležité trasy na sídliště Dubina, která zásadním způsobem upevnila pozice trolejbusů v pardubické MHD. V současnosti se projekčně připravuje zbudování spojky od vozovny DP přes nadjezd Paramo k Nádraží a trasa ze smyčky Polabiny, Sluneční přes Trnovou do Ohrazenic. Dlouhodobě se hovoří o napojení městské části Černá za Bory na trolejovou síť novou tratí z konečné Pardubičky. [1, 3, 4, 7, 32, 33, 34]



Obr.13: Trolejbusové troleje těsně přimykají k reprezentativní budově pardubického hlavního nádraží, která je vedle dalších jednou z ikon města.

[65]

### 1.2.1.12 Mariánské Lázně (od 1952)

Lázeňská perla západních Čech získává elektrickou dopravu roku 1902 v podobě úzkorozchodné malodráhy od Nádraží do centra města, sloužící především lázeňským hostům. Jejich počet rapidně narůstá v poválečném období, a to zvláště o rekreanty ROH. Hledá se náhrada dožilého systému jednokolejné tramvajové tratě a volba té doby logicky padá na trolejbus. Výstavba první trasy probíhá počátkem 50. let a dokončuje se roku 1952, kdy se také zahajuje doprava na první lince, přebírající dopravní zátěž od tramvají, navíc komplexněji obsluhující centrum města díky jednosměrné trase kolem lázeňské zóny (Kolonády). Síť se léty rozšiřuje o úseky: k Lesnímu prameni, do Úšovic (k novému areálu DP) a dál k Antoníčkově prameni. Provoz není stížen stagnací, i přes odklon od trolejbusů s jeho zachováním počítají i vládní orgány právě díky lázeňskému charakteru města. Druhá polovina 70. let přináší kompletní rekonstrukci trolejové sítě a dalších trakčních zařízení, novou trať od Nádraží na sídliště Panská pole, ale také dlouhodobou výluku odbočky k Lesnímu prameni.



Obr.14: Klasický trolejbusový záběr z Mariánských Lázní od kolonády Rudolfova pramene před Katolickým kostelem. Na snímku unikátní první prototyp modelové řady trolejbusů ŠKODA 14Tr, vyrobený již roku 1972.

[63]

Významné rozšíření se realizuje v polovině 80. let elektrifikací vytižené autobusové linky do Velké Hleďsebe a Klimentova. Díky tomu se trolejbusy podílí na přepravních výkonech téměř 90%, obstarávají rovněž noční dopravu, bohužel zamýšlené trase do čtvrti Hamrníky brání úroňový přejezd s elektrifikovanou dráhou.

Rozkvět ale střídá mohutný úpadek v průběhu 90. let, související také s radikálním úbytkem návštěvníků města vlivem ukončení masových odborářských rekreací i omezeným přídělem léčebných pobytů. Po privatizace dopravního podniku je pozice trolejbusů značně ohrožena, zpochybňují se jejich přednosti, preferuje se autobusová doprava, nastává vleklá, víc jak dvacetiletá krize během níž se budoucnost provozu nejeví optimisticky. Stavební rozvoj, až na realizovanou přeložkou v centru po Masarykově třídě, je prakticky vyloučen, počátkem tisíciletí se značně redukuje stav vozového parku.

Až roku 2016 přijímá radnice rozhodnutí, ve kterém stanoví za hlavní prostředek MHD současné i budoucí doby právě trolejbusy. Díky tomu snad bude možné realizovat potřebné nové trasy, především úsek po Husově třídě (v současné době pravidelně pojížděn vozy s dieselagregátem). Uvažovat se dá také o částečné elektrifikaci jediné významné autobusové linky přes sídliště Vora do Hamrníků.

[1, 3, 4, 7, 35]

#### **1.2.1.13 Teplice (od 1952)**

Teplice získaly městskou dopravu v předstihu před mnohými jinými českými městy, když již roku 1895 zřídily elektrickou malodráhu. Provoz se později ustálil na hlavní trati (Řetenice - Teplice - Dubí) a odbočné do lázeňské zóny Šanov. Ve druhé polovině 40. let se navrhuje zřídit trolejbusovou dopravu, sloužící svými dvěma městskými okruhy jako částečná náhrada a doplněk tramvají i jejím prostřednictvím napojit na síť městské dopravy okolní obce (tratě do Pozorky a Sobědruh). Dle této koncepce se roku 1952 dokončuje a otevírá první část - městský okruh přes lázeňské území Šanov. Trolejbusy však na uvedené trase trpí nízkou vytižeností, ukazuje se dlouhodobá ekonomická neudržitelnost současného provozu trolejbusů i tramvají. Nová dopravní koncepce upřednostní právě trolejbusy, které se postupně mají stát plnohodnotnou náhradou za redukovaný provoz malodráhy. Proto probíhá stavební rozvoj, některé úseky se ruší, místo nich se staví jiné důležité, přímo nahrazující vnitroměstskou část tramvajové trati

(Řetenice - Trnovany, Červený kostel). Upouští se od myšlenky trolejbusových okruhů (prvý se stává klasickou tratí se smyčkou v lázeňské zóně Šanov, druhý - resp. jeho hotová část ke koupališti se ruší bez náhrady. Konec 50. let přináší prodloužení trati z Řetenic k místnímu nádraží, v 60. letech, vzhledem k nové sídlištní výstavbě a rozšiřování areálu skláren, se tamtéž buduje dvojice přeložek.



Obr.15: Současnost teplické dopravy je spjatá již jen s nízkopodlažními vozy, na snímku trolejbus ŠKODA-SOR 30Tr v nezvyklém třídvěrovém provedení.

Rozšíření sítě dál probíhá jednak úsekem od vozovny do Novosedlic (částečná a nikdy nedokončená náhrada celé tramvajové trasy do Dubí) a jednak skrze starou zástavbu Trnovan zrušeným však během rozsáhlých demolic v této části města. Stagance provozu se plně dostavuje v průběhu 70. let, kdy je velkým problémem budoucnosti trolejbusů především přestárlost vozového parku a zanedbaný stav pevných trakčních zařízení. Nový impuls rozvoje přináší 80. léta, kdy se plánuje a v následující dekádě také podaří elektrifikovat řadu důležitých přepravních směrů dříve obsluhovaných autobusy - oblast Trnovan, trať na smyčku Zemská, k Angru, k Sometu a na Šanov II; spojka po obchvatu centra přes Jateční a Hrázní, úsek do sídliště Prosetice, zatrolejování historické trasy ke koupališti a dále na Třešňovku a do vysoko položeného sídliště Nová Ves. Zatím poslední rozšíření přichází s tratí na Panorámu.

[1, 3, 4, 7, 36, 37, 38, 39]



#### 1.2.1.14 Ostrava (od 1952)

Trolejbusy získává Ostrava počátkem 50. let jako doplněk zdejší rozsáhlé tramvajové sítě. Nový dopravní prostředek má za úkol hlavně zajistit obsluhu středu města. Jako první se roku 1952 zprovoznuje okružní trasa z Náměstí Republiky přes Jirskou osadu, Hlavní nádraží a kolem Nové Radnice zpět. Dál se postupně zprovoznuje odbočná trať do Hrušova, nahrazující část úzkorozchodné dráhy do Karviné. Síť trolejbusů se poté rozšíří o sklonově náročný úsek do Michálkovic, v centru pak k Výstavišti. Krizové období prožívá ostravský provoz koncem 60. let, kdy se účelově ruší velmi vytižená trať k Výstavišti (skryto za zřízením pěší zóny) i spojka mezi Náměstím Republiky a Hlavním nádražím přes Jirskou osadu. Předpokládá se postupná redukce zbývajících sítě a později úplné ukončení provozu.



Obr.16: Trojice unikátních trolejbusů nerealizované typové řady 17Tr brázdila ostravské troleje. Zde na snímku s typickým koloritem těžních věží. [67]

Po změně přístupu se od konce 70. let začíná trolejbusová doprava opět rozvíjet. Elektrifikují se trasy skrze sídliště Mariánské Hory (Fifejdy), ze dvou směrů se přivádí trať k dolu Heřmanice (bohužel záhy po dokončení uzavřenému), buduje se přeložka v souvislosti s výstavbou nové Michálkovické na Bazalech a staví se náhrada smyčky Hrušov, nově v městské části Koblov. Osmdesátá a ještě i devadesátá léta přináší řadu dalších projektů (trať do Vítkovic, přes Františkov, na Hranečnick, do Radvanic a dále do Havířova, síť v městském obvodu Poruba apod.) z nichž se do současnosti podařilo vystavět teprve nedávno dokončený úsek po Těšínské

na terminál Hranečník. Mimo tyto plány realizovala se trať do oblasti Nové Karoliny, která je zárodkem budoucí okružní trasy kolem centra přes území někdejšího výstaviště Černá louka. V současnosti se nalézá ve fázi těsně před zahájením prací již dříve připravený i částečně dokončený úsek přes městskou část Františkov. Trolejbusový provoz v Ostravě svou úrovní převyšuje republikový průměr, přesto však nemá, vzhledem k rozlehlosti aglomerace, zásadní vliv na MHD. Místní síť je poměrně málo rozsáhlá, orientovaná do severovýchodní části města. K zásadnímu zlepšení postavení trolejbusové dopravy by přispěla důsledná elektrifikace vytížených autobusových linek, jakož i realizace, byť oddělené, sítě v Porubě nebo také elektrifikace příměstských linek za hranice města do oblastí s ním těsně svázaných (Havířov, Orlová, Petřvald, Karviná), což by mohlo být spojeno též s výstavbou místních sítí v těchto sídlech a tím značného pokroku v ekologii dopravy, zvláště v exhalacemi těžce zkoušeném Moravskoslezském kraji. [1, 3, 4, 7, 40, 41]

#### **1.2.1.15 Opava (od 1952)**

Opavská MHD byla již od počátku 20. století zajišťována elektrickou dopravou - úzkorozchodnými tramvajemi. Město a jeho tramvajový provoz vážně utrpěly těžkými boji při osvobození Opavy na konci II. světové války. Především nevalný stav kolejového svršku, ale i malá výkonost tramvají díky jednokolejným tratím znemožňujícím zahustit sled vlaků vede k prosazení myšlenky postupného omezování provozu ve prospěch nově zaváděných trolejbusů. Prvý úsek od Stadiónu kolem Východního nádraží přes centrum města k Nemocnici na blokové obratiště Leninova (Englišova) se otevírá roku 1952. Záhy se dokončuje základní síť plně nahrazující původní směrování tramvajových tratí, doprava se zajišťuje na Jaktař, ke strojírenskému podniku Ostroj, do Kateřinek a na smyčku Vítkovská. V průběhu 60. let se na několik etap mění uspořádání trolejového vedení skrze centrum města. Provoz nepostihují snahy o jeho redukci a likvidaci, naopak roku 1970 se otevírá nová odbočka k Městskému hřbitovu. Problémem se stává přestárlost vozového parku a nevyhovující technická základna (málo prostorný areál zděděný po tramvajích). Významným, žel dodnes nedokončeným, rozšířením sítě se roku 1982 stává trasa do městské části Kylešovice (od Stadiónu na točnu Bílovecká) na níž navazuje manipulační úsek do tehdy budovaného nového areálu DP, vlivem

finančních obtíží dokončeného až v roce 2002(!) Zřizování obchodních zón na předměstí dává Opavě zatím poslední nové úseky pevné trakční sítě - blokové obratiště kolem tehdejší Hypernovy (náhrada smyčky Vítkovská) a prodloužení od Ostroje ke Globusu. Po příchodu prvních trolejbusů s dieselaagregátem se zavádí linka, vedená částečně trasou zamýšlených avšak zatím nerealizovaných traťových úseků: Bílovecká - Kylešovice, škola a z centra města skrze sídliště Kateřinky. Opavské trolejbusy tvoří páteř místní dopravy, jejich podíl na přepravních výkonech však lze do budoucna ještě zvýšit, především zaměřením se právě na stavební rozvoj. [1, 3, 4, 7, 42, 43, 44, 45]



Obr.17: Budoucí opavský trolejbus Solaris Trollino 12 DC, jediný vůz svého typu v ČR se stejnosměrnou trakční elektrovýzbrojí. [66]

#### 1.2.1.16 Prešov (od 1962)

Významné sídlo východního Slovenska - Prešov se stává posledním městem, kde se zřizuje trolejbusový provoz, a to velmi krátce před obdobím odklonu od elektrické trakce v ČSSR. O elektrifikaci významných autobusových linek se rozhoduje roku 1958, s vlastní výstavbou se počítá napřesrok, ale vlivem značného skluzu se prvá trasa z Nižné Šebastové přes centrum města do Solivaru otevírá až v roce 1962. V následujícím období, které již rozvoji ostatních trolejbusových provozů nepřálo, buduje Prešov svou základní síť, zahrnující tratě do průmyslových oblastí (ZVL, Budovačelská, Šírpo), okruh přes sídliště Obráncov mieru a po etapách

na Dúbravu. Stagnace stavebního rozvoje se dostavuje až v průběhu 70. let, kdy dopravu do nově budovaných sídlištních celků zajišťují výhradně autobusy. To vede ke stálému snižování podílů trolejbusové trakce na přepravních výkonech. K tomu se přidávají také rozsáhlé rekonstrukce komunikací, způsobující výpadky provozu na některých tratích trvajících i v řádu jednotek let, úsek k ZVL se nakonec ruší bez náhrady. Zásadní změnu přináší až 80. léta, kdy vzhledem k naprostému nedostatku pohonných hmot, přistupuje se opět k rozvoji trolejbusů. Staví se nová trať přes Sídliisko III, na počátku 90. let se dokončí trasa na sídliště Sekčov a Šalgovík. Tím se zásadně upevňuje pozice trolejbusové dopravy, která dnes tvoří nosný prvek systému prešovské MHD. S jejím rozvojem se do budoucna počítá, stavba nových tratí silně závisí na přísunu peněžních prostředků. [1, 3, 4, 7, 54, 55]



Obr.18: Kloubový trolejbus 15Tr v neotřelém prešovském městském nátěru. [67]

### 1.2.1.17 Ústí nad Labem (od 1988)

První město, vybrané v rámci vládního programu z počátku 80. let o aktivním rozšiřování trolejbusové dopravy, se stalo, chemickým průmyslem zkoušené, Ústí nad Labem. Velmi členitý terén a vysoko položené sídlištní celky na terasách nad městem s problematickou autobusovou obsluhou přímo hovořily pro implementaci trolejbusové trakce do zdejší MHD, která se později, díky převzetí hlavních přepravních směrů od autobusů, stala důstojným nástupcem v 60. letech účelově zlikvidovaného tramvajového provozu.

Prvá etapa (polovina 80. let) zahrnuje výstavbu páteřní trasy ze Všebořic přes centrum města a seprentinami Důlce na Severní terasu s odbočkou na sídliště Stříbrníky. První linka zahajuje provoz roku 1988, o dva roky později se otevírá nový dopravní závod určený pouze trolejbusům - vozovna Všebořice. Systematickou výstavbou tratí v 1. polovině 90. let se na síť postupně napojují městské části: Dobětice, Skřivánek, sídliště Hornická, Krásné Březno, Klíše, Předlice, Neštěmice, Skalka a Mojžíř.



Obr.19: Člákové vozy dominují ústecké trolejbusové dopravě. Místní DP je spolu s brněnským jediným provozujícím jen krátkodobě vyráběný typ 22Tr. [68]

Další rozšíření se dostavuje až v prvních letech nového tisíciletí - trať z Holoměře přes sídliště Vinařská a kolem Masarykovy nemocnice na Severní terasu, odbočka z předlické větve k trmickému Globusu a prvé proniknutí trolejbusů na pravý břeh Labe - trasu přes Kamenný vrch na Střekov. Zatím posledními novými úseky se stávají jednotopé spojky v centru - kolem Hlavního nádraží a tzv. točna Panská.

Připravuje se částečná elektrifikace významné autobusové linky č. 5, díky čemuž získá trolejbusová síť variantní napojení oblasti Krásného Března a Stříbrníků. Uvažuje se též o druhé trati na střekovském břehu - k místnímu nádraží, dlouhodobý horizont pak zahrnuje napojení Trmic a Chabařovic prodloužením předlické větve a její odbočky, vše se však odvíjí od finančního krytí i politické vůli věc realizovat.

Výstavba a zprovoznění trolejbusového provozu dalo ústecké dopravě zcela nový impuls, díky specifickým vlastnostem elektrické trakce mohla nabídnout komfort, rychlost a svižnost i vysokou přepravní kapacitu s ohledem na početní převahu článkových trolejbusů.

[3, 4, 7, 46, 47, 48, 49]

### 1.2.1.17 Banská Bystrica (od 1989)

Město získává trolejbusovou dopravu v rámci vládního programu o navýšení podílu elektrické trakce v MHD v závěru 80. let. Jde o první československý provoz s provozním napětím 750V dle nové normy, což mírně zkomplikuje dodávky vozidel. Nejdříve se staví okruh kolem sídliště u Hlavního nádraží, kde probíhá zkušební provoz nových vozů. Slavnostní zahájení dopravy na první lince přichází na den 45. výročí Slovenského národního povstání, jezdí se od nádraží přes centrum města a sídliště Fončorda k Nemocnici, sjízdná je také trať do čtvrti Kremnička, kde se nachází vozovna. Celospolečenské a hospodářské změny po roce 1989 znamenají výrazný úbytek finančních prostředků na výstavbu nových tratí, v 90. letech se daří ještě dokončit úseky po Tulské a Wolkerově ulici a odbočku na smyčku Internátna. Výstavba významné trasy do vysoko položeného sídliště Sásová se však odkládá až dodnes. Provoz navíc prochází v letech 2006 - 2007 těžkým krizovým obdobím, vyvolaným změnou dopravce místní MHD.



Obr.20: Společný znakem "nových" trolejbusových provozů jsou krátké i článkové vozy 14 a 15Tr. [68]

Trolejbusová doprava je od 1.1.2006 zastavena a teprve po vyřešení různých problémů a dlouhodobých průtazích opětovně spuštěna až ke konci roku 2007. V současné době nový dopravce investuje především do obnovy vozového parku, stavební rozvoj závisí na vůli nadřízených orgánů i ochotě investovat do nových traťových úseků. [3, 4, 7, 56]

### **1.2.1.19 České Budějovice II. (od 1991)**

Městská doprava v jihočeské metropoli prodělala během 20. století mnoho výrazných zvratů. Přes existenci tramvají až po jejich celkovou náhradu trolejbusy v poválečném období, jejich nedomyšlenou redukci následovanou zrušením provozu ve prospěch autobusové dopravy na počátku 70. let. Vlivem celosvětové ropné krize a kontinuálního zhoršování stavu ovzduší ve městech (prudký rozvoj automobilismu) se poměrně brzo přichází na chybu, která se likvidací celkem rozsáhlé budějovické sítě udála. Plány na její obnovení se tak datují již na počátek 80. let a naplno se rozvíjejí po vybrání lokality u Týna nad Vltavou za vhodnou pro výstavbu jaderné elektrárny Temelín. Objevuje se záměr spojení areálu nového energetického závodu přímou trolejbusovou tratí se sídlištními celky Máj a Vltava v Českých Budějovicích, budovanými mj. pro pracovníky elektrárny. Od takového záměru se nakonec ustupuje, zajištěné finanční prostředky se vhodně přeměrovávají do výstavby městské trolejbusové sítě. Na počátku 90. let se dokončuje úsek mezi sídlištěm Máj a Vltava, kde probíhá zkušební provoz. Obnovení trolejbusové dopravy pro veřejnost přichází roku 1991 s dokončením prvních tratí z obou sídlišť přes Čtyři Dvory do centra města a k Nádraží. Záhy se otevírá nové deponovací a dílenské zázemí na Horní ulici. V rychlém sledu trolejbusy přebírají od autobusů své tradiční směry (Suché Vrbné, Rožnov, Nemanice) nová je trasa kolem nemocnice a dále k Papírnám, meziměstský úsek z Nemanic na Borek i později napojení sídliště Vltava přes Strakonickou třídu. Další rozšíření přichází po novém tisíciletí tratí od Nádraží přes Pekárenskou ulici, prodloužením ze sídliště Vltava kolem Globusu do Českého Vrbného a další trasou po sídlišti Máj (po Rošického ul.). Mnoho dalších nových tras se v současné době připravuje a je závislé na přísunu finančních prostředků. Velkým dluhem je prozatím nerealizované napojení příměstské oblasti na západ od centra - obce Vráto a Rudolfov na trolejbusovou síť. Jde o poslední hlavní směr, kam původně trolejbusy (v letech 1949-1968) jezdily, a který zůstal zatím neobnoven.



Obr.21: České Budějovice jsou prvním městem v ČR, které do pravidelného provozu zařadily článkové nízkopodlažní trolejbusy vybavené pomocným pohonem na bázi trakčních baterií, díky nimž hodlají významně rozšířit podíl trolejbusové dopravy. [67]

Přesto lze na Českých Budějovicích příkladně dokázat, jak v jedné dekádě zavrhnutý dopravní prostředek lze úspěšně do MHD navrátit a udělat z něj opět nosný prvek celého systému, posunout tak ho kvalitativně výš, na úroveň odpovídající postavení města, jakožto centra Jihočeského kraje. [1, 3, 4, 7, 22]

#### 1.2.1.20 Košice (od 1993)

Košice jsou spolu s Bratislavou jedinými dvěma městy na Slovensku s tramvajovou dopravou, která zde tvoří páteř MHD. V 80. letech stavěné sídlištní celky však postrádají napojení na její síť a provoz autobusů sem se ukazuje jako dlouhodobě nevyhovující. Navrhuje se tedy spojit největší košická sídliště s centrem města pomocí trolejbusů, realizaci záměru přináší počátek 90. let. Nejprve se otevírá trať mezi centrem města (smyčka u Domu kultury Východoslovenských železáren) a sídlištěm Dargovských hrdinů, tato trasa se postupně prodlužuje západním směrem, nejprve na Nám. Osvoboditelů a později až na sídliště Košického vládního programu. Jako poslední se staví odbočka z této větve do čtvrti Myslava, čímž je stavební rozvoj ukončen. Uvažovalo se o napojení obou sídlištních celků na konci páteřní trasy též paralelními tratěmi přes další části města.





Obr.22: Neotřelé barevné řešení dle košického schématu na voze 15Tr, bohužel příliš dlouho v něm v provozu nepobyl, trolejbusová doprava je od roku 2015 "dočasně" zastavena. [68]

Zvlášť významné by bylo přinést elektrickou dopravu do sídliště Ťahanovce umístěném v kopcovitém terénu. MHD se však dlouhodobě potýká s řadou problémů především v otázce finančního zajištění, trolejbusy stagnují, stárnoucí vozový park není nikterak obměňován, nedostatek provozních vozidel vede k nasazování autobusů na jejich linky. Averse vůči trolejbusové trakci ze strany městských orgánů i dopravního podniku vede k účelovému zastavení provozu od konce ledna 2015 (původně na dobu rekonstrukce tramvajové trati s níž trasa trolejbusu koliduje). V současné době jezdí pod trolejemi autobusy a jelikož neochota města i DP věc řešit (například žádostí o dotaci z EU na pořízení nových vozidel) pokračuje, podpořená navíc hledáním zázračných řešení (elektrobusy) zdá se, že tento stav setrvá i nadále. Zda se podaří obnovit trolejbusový provoz jako v Banske Bystrici není prozatím vůbec jisté, ač je jasné, že bezkolejná elektrická trakce má v Košicích svůj smysl a bylo by dobré hledat cesty k její podpoře, znovuzprovoznění a následnému rozšíření, nikoliv hledat důvody proč tak nelze činit. [3, 4]

### 1.2.1.21 Žilina (od 1994)

Žilina je zatím nejmladším slovenským trolejbusovým provozem, a to i přesto, že město uvažovalo o trolejbusech již v 50. letech. Druhý pokus přichází na počátku let osmdesátých, ale upřednostní se krajské centrum Banská Bystrica. Žilina přesto dál usiluje o implementaci trolejbusů do zdejšího dopravního systému. Na konci 80. let se zavádí tzv. autobusová verze trolejbusové dopravy - radikální změna linkového vedení reflektující budoucí elektrifikované trasy, počátek 90. let přináší vlastní stavební práce. Provoz na první lince vedené ze sídliště Vlčince přes centrum města a kolem nádraží k areálu dopravního podniku se zahajuje v roce 1994. Síť se následně rozšiřuje o úseky přes sídliště Hliny a čtvrť Borik na Solinky a o druhou větev na sídliště Vlčince. První léta nového tisíciletí přinášejí odbočku k obchodnímu centru Dubeň i důležitou trať do sídliště Hájik, položeného na terase vysoko nad městem. Do současnosti se trolejová síť rozšířila ještě o spojku mezi smyčkami Solinky a Vlčince, Fatranská vedenou kolem areálu místní univerzity. Elektrická trakce dnes tvoří páteř městské dopravy v Žilině, systém se stále rozvíjí, v současnosti probíhá obnova vozového parku. Trolejbusy svou přítomností nejen přispívají k omezení ekologické zátěže, ale též pozvedají město na vyšší úroveň než srovnatelná sídla v regionu, kde veškerá zátěž MHD leží stále pouze na autobusech. [3, 4]



Obr.23: Žilinská 15Tr v atraktivním lakování vycházející z nátěru "Teherán". [68]

### 1.2.1.22 Chomutov-Jirkov (od 1995)

Chomutovsko-jirkovský provoz drží (stále) primát nejmladšího systému trolejbusů v ČR. Souměstí nabývalo na významu od 50. let, kdy vlivem stále zvyšující se těžby v okolních povrchových dolech na hnědé uhlí zanikaly jednotlivé obce za těžební čarou. Náhradní bydlení získávají dotčení obyvatelé v postupně budovaném sídlištním pásu mezi severozápadní části Chomutova a Novými Ervěnicemi (součást Jirkova). Celek se nachází ve sklonově náročných podmínkách, stále zahušťující se autobusová doprava však není schopná zvýšené přepravní nároky uspokojivě zvládnout. Proto se již 80. let uvažuje o výstavbě tramvajové rychlodráhy po vzoru podobného (a nedalekého) souměstí Mostu a Litvínova. Záměr prochází úpravami, jeho realizace se neustále odkládá a vlivem celospolečenských změn po roce 1989 se zavrhuje úplně.



Obr.24: Původní vzhled chomutovsko-jirkovských vozů 15Tr s modrými pruh. [67]

Znečištěné životní prostředí Severočeského kraje ale přispěje k vybrání náhradní varianty - zavedení trolejbusové dopravy nahrazující významné autobusové linky. Jako první se roku 1995 cestujícím do užívání předává trasa od Válcoven trub přes centrum Chomutova, sídlištní pás (Kundratická, Březenecká, Kamenná, Zahradní), Nové Ervěnice do Jirkova, kde se větví směrem k Autobusovému nádraží a na sídliště Horník. Část sídlištního pásu (Kundratická) lze trolejbusy objet po trati vedené po čtyřproudové silnici I/13. Stavební rozvoj probíhá skrze úsek kolem železniční zastávky Chomutov - město k Válcovným trub (z druhé strany) a později z odboček k Poliklinice a Železárnám. Nejnovější je pak krátká spojka na chomutovské autobusové nádraží.



Obr.25: Jediný chomutovský vůz 25Tr ve fádním celobílém nátěru, koncepce člankového vozu s pouze zadní hnanou nápravou se ve zdejších náročném terénu neosvědčila a i z jiných důvodů již proto nebylo v dodávkách pokračováno. [68]

V současné době se trolejbusový provoz potýká s řadou problému, počínajících nedostatečnou obnovou vozového parku, přes špatnou organizaci provozu MHD ze strany DP (preferenci autobusů), zastaralý odbavovací systém značně prodlužující jízdní doby i neochotu investovat do výstavby dalších tratí, jež by upevnily pozici elektrické trakce. Poslední roky panuje ze strany určitých zástupců města, kraje a DP otevřená averze vůči trolejbusům stupňovaná postupně až k nedávnému vyvolání hlasování nad jejich blízkou budoucností. Tato zájmová skupina prosazuje přechod k autobusům na CNG, prozatím ale byly likvidační tlaky zažehnány pro nemožnost čerpat dotace z EU na nákup emisních autobusů, které by nahradily bezemisní trolejbusy. Současný provoz, který ale svým pojetím více jak sedmdesátitisícové aglomeraci nevyhovuje, tak zůstává zachován, o dalším vývoji však lze nyní pouze spekulovat. Je jasné, že trolejbusy by se měly stát skutečně páteřním dopravním prostředkem, měly by být omezeny zbytečné souběhy autobusových linek a využít v trolejbusové trakci moderních vozidel na bázi vozů s pomocnými (bateriovými) pohony pro zvýšení operativnosti a možnosti provozu i na krátkých trasách bez trolejového vedení.

[1, 3, 4, 7, 50, 51]

## 2. Vývoj trolejbusové trakce po technické stránce - Vozidla

### 2.1 Mechanická část

Trolejbus, jakožto silniční vozidlo, má mnoho společného s autobusem z hlediska mechanické části, přesto se však v mnoha ohledech liší. Jedná se především o jiné rozmístění součástí pohonu a nutnost brát v potaz velmi rozdílné dynamické vlastnosti spalovacího versus elektromotoru, který se vyznačuje značnou přetížitelností a silou, pro kterou se musí jednotlivé části (převodová ústrojí, diferenciály, hnací nápravy) podstatně lépe dimenzovat, aby těmto působením (zvláště při prudkém rozjezdu a brzdění) odolaly.

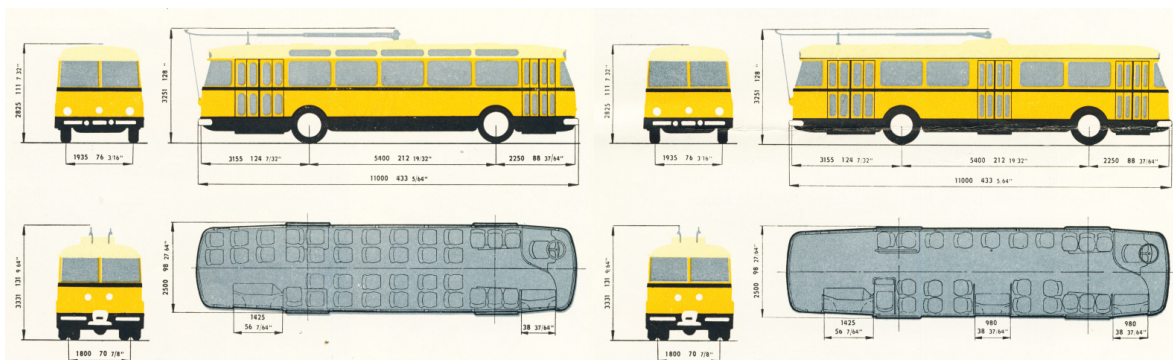
Starší generace trolejbusů se staví na třínápravovém podvozku, později se (také pro celkové zjednodušení) přechází na vozidla dvounápravová. V dnešní době se opět vyrábí třínápravové trolejbusy, nejde však o vozy běžné nýbrž prodloužené délky (15 metrů), kdy první zadní náprava je hnací, druhá otočná zajišťuje lepší manévrovací možnosti při průjezdu zatáčkami. V počátečním období se staví podvozkové vozy (s rámem) nebo se střední nosnou rourou (systém TATRA), od poválečné doby se vyrábějí prakticky jen trolejbusy se samonosnou karosérií.

Provedení karosérie se rovněž vyvíjí, nejprve od dřevěné stavby s ocelovými výtuhami po celokovové. V současnosti někteří výrobci užívají rovněž nerez materiály. Stěny vozů se potahují plechem ke kostře přinýtovaným, bodově svařovaným dnes také lepeným. Oblé tvary se většinou lisují. Střecha se u staré generace vozů zhotovovala z impregnovaného plátna, u většiny trolejbusů je však rovněž kovová, většinou z pozinkového plechu. Musí mít navíc oproti autobusům značnou únosnost neboť nese poměrně těžkou základnu sběračů, později také brzdové odporníky a v současné době dokonce kompletní trakční elektrovýzbroj.

Jistým znakem komfortu pro cestující je výška podlahy od nástupní hrany, která se v průběhu let vývoje stavby trolejbusů postupně snižovala až k dnešní 100% nízkopodlažnosti. Té předcházely vozidla středněpodlažní (nerealizovaná řada 17Tr) a částečně nízkopodlažní (21, 22Tr).

V souvislosti s určením provozního prostředí trolejbusu se staví vozidla pro normální městský provoz tří (resp. dnes i čtyř) dveřová, pro méně frekventované nebo dálkové tratě dvoudveřová. Velikost dveří není vždy jednotná, starší generace vozů se vyznačují nápadně širokými zadními a užšími středními a předními dveřmi.

Vycházelo to z koncepce provozu s průvodčími a tzv. usměrněným pohybem cestujících vozem, zadní dveře sloužily pro nástup. Vlivem setrvačnosti se však poslední takto řešený typ trolejbusu (9Tr) vyrábí i dlouho po ukončení služby průvodčích a přechodu na tzv. samoobslužný "S" provoz, kdy se naopak nastupuje předními dveřmi, resp. až k mechanizovanému odbavování cestujících "MOC", kdy lze nastupovat středními a zadními a vystupovat všemi dveřmi.



Obr.26: Ukázka z dobového propagačního materiálu, vlevo podoba a uspořádání interiéru dvoudveřového, vpravo pak tří dveřového vozu 9Tr. [63]

Uspořádání interiéru se dělí na - s podélnými sedadly, obvyklé u starších vozů, kopírující autobusy a tramvaje. Přechod k dvounápravovým vozům a nutné snižování hmotnosti vede k osazování sedadel příčně (většinou v provedení 2+1) a tím k uměle snížené obsaditelnosti. U trolejbusů pro dálkové tratě (Krym) se montují sedadla 2+2.

Postupný vývoj se odráží také v provedení interiérů vozidel, zatímco u starší před a těsně poválečné generaci dominuje dřevo a výrobky z něj (laťový rošt na podlaze, laťový strop nebo z lakovaných překližkových desek užitých také na stěny), novější vozy přinášejí soudobě zaváděné (a nové) materiály - kovové rámy oken, později zasklívání i bočních skel do gumového těsnění, široké uplatnění velmi trvanlivého materiálu pro obklady stěn a stropů - umakartu, náhrada dřevěných roštů na podlaze gumokobercem apod. Sedadla pro cestující se nejprve potahují pravou kůží, nahrazenou koženkou, která se i přes pokusy s laminátovými sedadly (2. prototyp 9Tr) a jež se u tramvajů naplno prosadily, udrží ve výrobě až do 90. let. Ve stejné době se stále více objevují plastické hmoty a různé výlisky z nich, použité ať už pro obložení stropu, stěn až po skořepiny sedadel (původně s textilním, dnes povětšinou s žádným potahem).

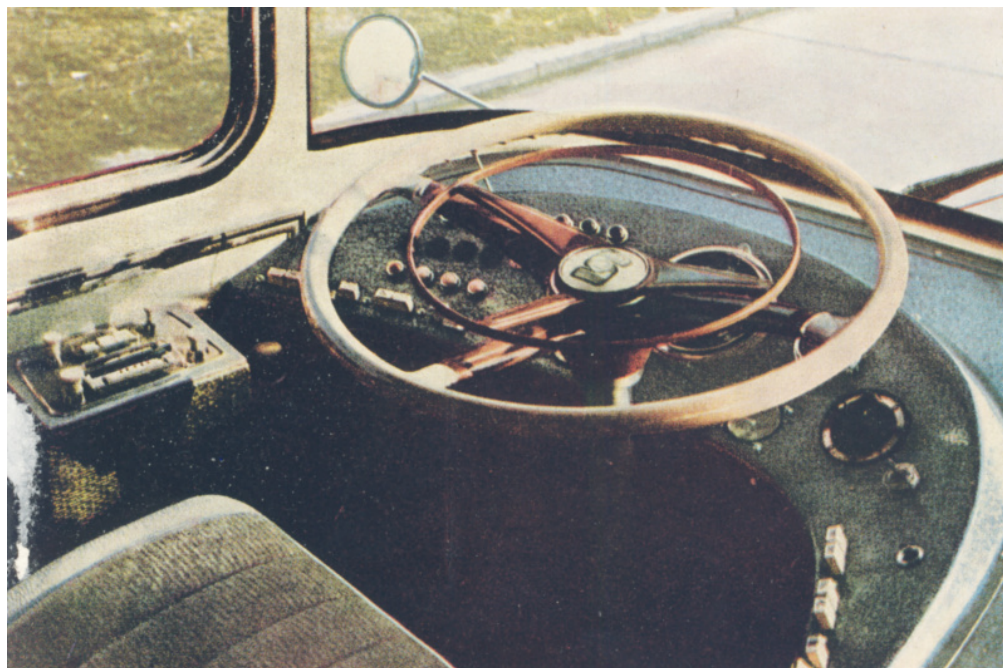


Obr.27: Umakart, koženka, gumokoberec - typický interiér trolejbusů Škoda, zde zpodobněno provedení na typu 14Tr série 05. [69]

Poválečné trolejbusy se začínají osazovat pevným stanovištěm průvodčího, (který do té doby volně procházel vozem). Jeho umístění se zpravidla nachází před posledními dveřmi (zadní tzv. neplacená plošina slouží pro cestující čekající na odbavení), u prvních sérií vozů TATRA T400 se ale stanoviště montuje k prostředním dveřím. Průvodčí má na svém pracovišti k dispozici povětšinou osvětlený pultík s vhozy pro mince, kde probíhá vlastní prodej jízdenek. Může využít skříňku na osobní věci, pro udržení tepelné pohody odporový radiátor. Další funkcí průvodčího je také ovládání chodu dveří a dávání signálů (povelů) řidiči o možnosti odjezdu, žádost o zastavení v zastávkách na znamení apod. Po úplném ukončení služby průvodčích se jejich stanoviště demontují a nahrazují běžným sedadlem pro cestující.

Stanoviště řidiče se nalézá na levé (na předválečných trolejbusech přestavěných na pravostranný provoz zůstává na pravé) straně přední plošiny vozu. U některých vozů je k dispozici plně oddělená kabina s vlastním přístupem, běžně se však stanoviště od prostoru cestujících odděluje jen nízkými dvířky. Počínaje typem 14Tr se montují uzavřené kabiny, buď zabírající ca. polovinu přední plošiny (po střed čelního skla) nebo mají přesah i do prvního křídla předních dveří, které tak slouží pouze řidiči - tzv. velké kabiny na trolejbusech 14, 15, 21 a 22Tr.

Na pracovišti řidiče se nachází jak prvky pro ovládání různých zařízení a vozové výstroje (osvětlení, topení / větrání, dveře, informační systém, stěrače, ovládání výhybek); tak signalizační prvky (rychloměr, voltmetr vozové baterie, ampérmetr, kontrolky apod.). Snahou je všechna tato zařízení uspořádat ergonomicky tak, aby jejich ovladatelnost a viditelnost byla co nejsnazší a řidič se mohl věnovat především dění na silnici.



Obr.28: Patrně vyvrcholením (i z hlediska estetiky) bylo stanoviště trolejbusů 9Tr.

[63]

Vlastní řízení trolejbusu se v zásadě příliš neliší od autobusu. Pro snížení namáhání řidiče při otáčení volantem se starší vozy osazují jednoduchým vzduchovým posilovačem, novější pak tlakoolejovým. Ovládání může být třípedálové (v současnosti přechod k dvoupedálovému), kdy pro pravou nohu je určena šlapka jízdy, vedle ní pak elektrické brzdy, levou nohou se ovládá brzda pneumatická. Dnes se činnost elektrické a pneumatické brzdy integruje do pravého pedálu s tím, že do určité hloubky jeho sešlápnutí probíhá činnost elektrodynamické brzdy, silnějším prošlapem se aktivuje brzda pneumatická (braná také jako nouzová). U třípedálových vozů se běžně montovala spojka obou pedálů, takže prošlápnutím pravého až k podlaze se pohyb mechanicky přenesl i na levý.



Čelit jízdě po nerovnostech má za úkol systém vypružení vozidla. U starších trolejbusů (až do typu 9Tr) se užívá mechanických systémů s listovými nebo svinutými pružinami. Dle čs. patentů se roku 1962 zhotovuje prototyp 9TrP s tzv. hydropneumatickým vypružením, pracujícím s vysokým tlakem (18 atmosfér) a s vysokotlakými olejovými obvody určenými pro funkci tlumičů pérování. Sestava velmi dobře reaguje na nerovnosti, umožňuje plynule měnit výšku vozidla nad vozovkou i naklápět vozovou skříň o 5 stupňů k hraně chodníku při otevřených zadních dveřích (tzv. "kneeling"). Poruchovost však zabránila sériové výrobě.



Obr.29: Prototyp 9TrP s hydropneumatickým vypružením ve službách DP Děčín. [30]

Od generace trolejbusů 14Tr se vozy osazují vzduchovým vypružením (s vlnovcovými pružinami) automaticky udržující stálou výšku vozidla nezávisle na zatížení. Moderní vozidla (od typu 24Tr) mají funkci "kneelingu" již běžně implementovanou v pružícím systému.

Zdrojem potřebného stlačeného vzduchu je vzduchové hospodářství trolejbusu, mající zde podobné funkce jako u autobusů. Výrobu zajišťuje kompresor (poháněný přímo od trakčního motoru, zřídka s vlastním motorem), který tlakuje soustavu vzduchových jímek. Z nich je pak médium trubkami rozváděno k jednotlivým spotřebičům - válcům pneumatických brzd, ovládání dveří, houkačce, dříve i k posilovači řízení, pohonům stěračů, u moderních vozidel též pro systém vypružení (viz výše).

### 2.1.1 Vývoj mechanické části trolejbusů v býv. Československu

Vývoj konstrukce mechanické části trolejbusu v prvním údobí rozvoje tohoto dopravního prostředku v Československu sleduje soudobou praxi u autobusů tj. zástavbu karoserií na chassis nákladních vozů. Šlo tedy o vozidla podvozková, třínápravová, levostranného provedení s jedním nebo vícero kompaundními nebo sériovými stejnosměrnými motory. Směr, kterým se bude ubírat další vývoj ukazují první trolejbusy pro Zlín - dvounápravové vozy s celokovovou karoserií a stejnosměrným sériovým motorem (z této koncepce pak po válce vycházejí trolejbusy "s okřídelným šípem"). Druhý výrobce Tatra dále sází na třínápravové vozy (na podvozku legendárního nákladního vozu 111) a prosazuje se ve městech se silnou zátěží trolejbusové dopravy, kde je potřeba velkých a robustních vozidel (Praha, Most-Litvínov, Ostrava, Bratislava). Úcelové ukončení výroby trolejbusů Tatra (nemožnost uplatnění pokrokové koncepce v podobě typu T401) na počátku 60. let vede k monopolizaci výroby trolejbusů v ČSSR. Závod Škoda Ostrov nad Ohří produkuje trolejbusy standardní délky, dvounápravové v postupně inovovaných řadách, zakončených typem 21Tr s částečně nízkopodlažní karoserií. Od 80. let zavádí výrobu článkových vozidel. Od roku 2004 v ČR výroba celých trolejbusů neprobíhá, podnik Škoda Electric se však soustředí na zástavby své elektrovýzbroje do karoserií autobusů rozličných výrobců, a to jak standardních nebo článkových vozidel. Zdroje k 2.1 a 2.1.1 [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 30, 32, 35, 41, 49, 61, 62]



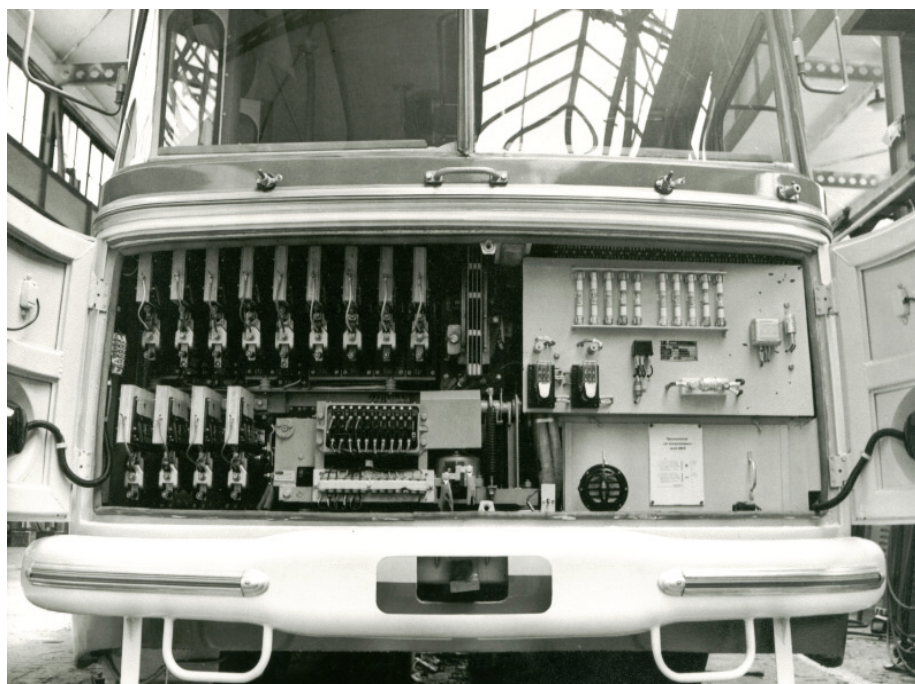
Obr. 30: Trojice jihlavských 21Tr - poslední typ vozů vyvinutých ve Škodě Ostrov.

## 2.2 Elektrická část

Elektrická část (nebo také výzbroj) trolejbusu se obecně skládá ze dvou oddělených, ale navzájem se doplňujících systémů - silno a slaboproudého. Zdrojem elektrické energie pro trakční účely je trolejové vedení, se kterým je vůz spojen dvojicí sběračů se smýkadly s vyměnitelnou (kovo)grafitovou vložkou. Většina čs. dopravců používá (poloautomatických) stahováků sběračů, bez kterých se však lze v provozu obejít (příkladem je rakouský Salzburg). Slaboproudý okruh je napájen z baterie (o napětí 12-24V) a slouží pro řídicí, signální obvody, osvětlení apod. Baterie je zpět dobíjena přes dynamo (alternátor s usměrňovačem). U některých typů válečných a zkraje poválečných vozů lze díky vozové baterii i krátkodobě popojíždět po úsecích bez trolejového vedení. Moderní vozy se k tomu vracejí výbavou speciálních trakčních baterií.

Jednotlivé typy trolejbusů dále charakterizuje druh použité trakční výzbroje. Po dlouhé období dominovala odporová regulace založená na principu snižování napětí na svorkách trakčním motoru změnou velikosti předřadných odporů (rezistorů) v obvodu. Řízení takové výzbroje se děje buď p ř í m o tj. kontrolérem, zapojeným bezprostředně na hladinu napájecího napětí (typicky 600V) a kterým prochází hlavní proud k pohonu. Tento způsob (až do nástupu tramvajů koncepce "PCC" z Tatry-Smíchov v 50. letech, počínaje typem T1) byl zhusta používán na vozech pouličních drah. Pro trolejbusy se však ukázal nevhodným (nutný vysoký počet regulačních stupňů, těžkopádnost řešení). Prosazuje se proto tzv. n e p ř í m é řízení, kde se výkonové prvky regulace ovládají přes slaboproudý okruh pomocí stykačů. Řidič sešlapováním jízdního nebo brzdového pedálu ovlivňuje skrze řídicí proud o malém napětí (12-24V z vozové baterie) činnost řídicího kontroléru, který ovládá hlavní proudové obvody.

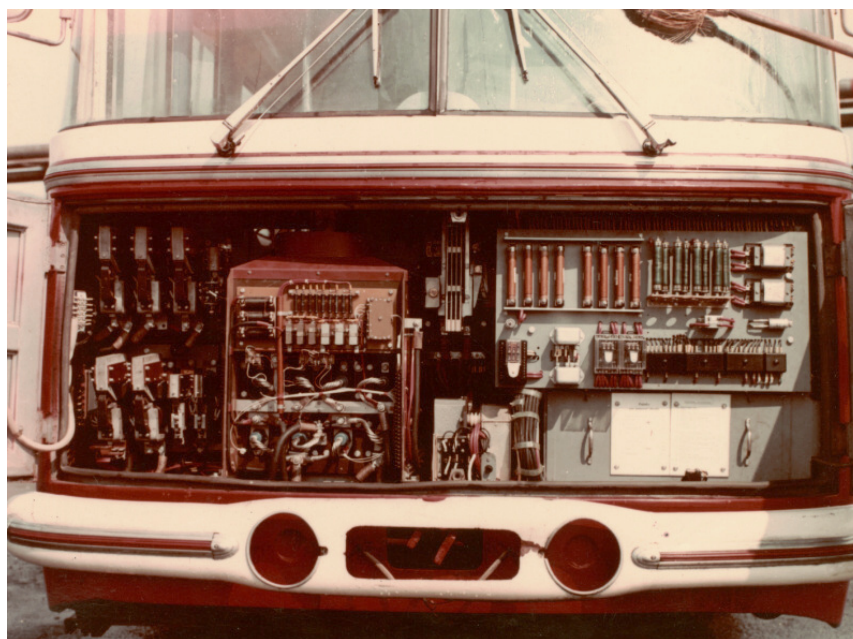
Jde-li o řízení nepřímé nesamočinné (neautomatické), pak sled spínání jednotlivých stykačů je přímo určen našlápnutím pedálu, rozjezd i brzdění tak zcela závisí na práci řidiče. Naproti tomu polosamočinné (poloautomatické) nepřímé řízení zajišťuje postupné spínání stykačů zčásti nezávisle na úhlu našlápnutí, určuje se samočinným nadproudovým omezovačem. S výhodou se takového řešení užívá pro dynamický rozjezd vozidla s maximálním zrychlením (při postupném nášlapu pedálu jízdy se stykače spínají stejně jako při nesamočinném řízení).



Obr.31: Stykačová skříň umístěná v přední části trolejbusu 9Tr. [69]

Společným znakem všech těchto druhů odporové regulace je její ztrátovost, kdy část energie se neúčinně maří na rezistorech. Správnou technikou ovládní vozidla (rychlé rozjezdy a jízda výběhem) lze sice ztráty omezit, problémem však zůstává pohyb nižšími rychlostmi, kdy může docházet k přehřívání odporníků, (proto se vždy klade důraz na co nejrychlejší přechod z "jízdy na odporech" na tzv. hospodárny stupeň, kdy dojde k vyřazení celého rozsahu rozjezdového odporníku a na svorkách trakčního motoru se objeví plné trolejové napětí.

Zásadním průlomem pro konstrukci (nejen trolejbusové) trakční výzbroje stává se nástup polovodičové techniky (v Československu na konci 60. let 20. století). Regulace proudu a napětí přiváděného na svorky trakčního motoru se děje polovodičovým pulsním měničem. Ten se pro rozjezd a trvalou jízdu pomalou rychlostí chová jako snižovací měnič umožňující plynulou regulaci napětí od nuly až po plné trolejové. Ovládní je pomocí řídicího regulátoru udržujícího konstantní proud, jehož velikost závisí na úhlu sešlápnutí pedálu jízdy. Měnič pak dodává do trakčního motoru proudové pulsy proměnného kmitočtu a šířky při konstantní odchylce velikosti proudu. Při elektrodynamickém brzdění stejný pulsní měnič funguje jako tzv. zvyšovací, brzdná energie se z motoru odvádí na odporník bez odboček.

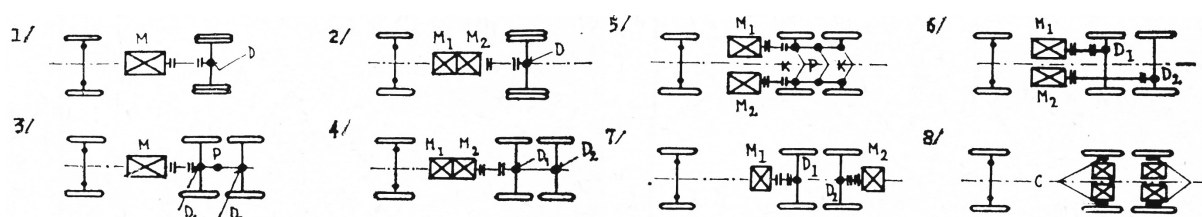


Obr.32: Přední část trolejbusu modernizované verze 9TrHT s blokem tyristorové výzbroje (nad pravým výřezem pro mlhové světlo). [69]

Aplikací pulsní regulace na trolejbusy bylo dosaženo snížení energetické náročnosti vozidel (výrazné omezení ztrát absencí rozjezdových odporů, jakož i snížení hodnoty záběrného proudu při rozjezdu), plynulé jízdy i brzdění, možnost dlouhodobého poježdění sníženou rychlostí (nutností vyvolanou stále se zahušťující dopravou ve městech). Přineslo však i některá negativa jako větší složitost trakční výzbroje, nutnost vyšší odbornosti udržujících pracovníků a nároky na vybavení dílen, nepříznivý tvar odebíraného proudu pulsním měničem - negativní vliv na energetickou síť, ze které je trakční síť napájena. I přes to však pozitiva převažují a vývoj polovodičové výzbroje tak pokračoval k technologiím s vypínatelnými tyristory GTO až k tvrdě komutovaným IGCT resp. k transistorům IGBT.

Přelomovým pro stavbu trolejbusových elektrovýzbrojí se stává přechod od stejnosměrného pohonu trolejbusu ke střídavým asynchronním motorům s kotvou nakrátko, jejichž výkon se pohybuje ca. mezi 160 - 210kW. Z trolejového napětí se přes vstupní filtr dobíjí kondenzátor meziobvodu, který je dále zdrojem energie pro napěťový střídač regulující vlastní chod motoru užitím vektorového řízení. Výhodou řešení se stávají menší rozměry, hmotnost a cena motoru. Přítomnost ložiskových proudů byla vyřešena kluzným vodivým kroužkem na bázi nanomateriálů.

Trakční motory a jejich uspořádání. Na počátku vývoje moderních trolejbusů se vzhledem k trojici na sobě nezávislých výrobců a prozatím neprobádanému odvětví techniky volí počet a uspořádání trakčních motorů různě. Motory jsou typicky s vlastním chlazením, o výkonech od ca. 25kW do 120kW. Pracuje se se zapojením obvodů kotvy a buzení do série nebo i kompaundními motory. Umisťují se pod podlahou vozu, jejíž výška závisí na jejich velikosti, proto se volí rychloběžné mající menší rozměry.



Obr.33: Schématické znázornění uspořádání trakčních motorů klasických trolejbusů.  
[5]

Vývojem se u klasických dvounápravových trolejbusů ustálí používání jednoho motoru (sériového) umístěného podélně, přes kardanovou hřídel spojeného s mechanickým diferenciálem na zadní nápravě (1). Variantně se montuje dvojmotor k dosažení podlahy v nižší výšce a pro zlepšení komutační spolehlivosti (2). U třínápravových trolejbusů lze pohon realizovat vícero způsoby. Jednak stejně jako u dvounápravových (3), navíc však přichází v úvahu použití dvojice sériově spojených motorů (tvořících tak elektrický diferenciál) podélně umístěných před zadními nápravami (4), kdy každý pohání jednu stranu kol (5) nebo jednu z náprav (6). Další varianta spočívá v motoru před první a za druhou zadní nápravou jako zástup podélného diferenciálu (7). Zcela mimo pak stojí použití čtveřice trakčních motorů pro jednotlivý pohon všech kol - užito na vozech TATRA s nezávisle zavěšenými polonápravami (klasická koncepce Hans Ledwinka), konkrétně na předválečném typu T86 a přelomové a nedocenené T401 (8). V současnosti se vzhledem k požadavku na 100% nízkopodlažnost vozů umisťuje motor k zadní nápravě mimo podélnou osu trolejbusu (typicky k levé bočnici).

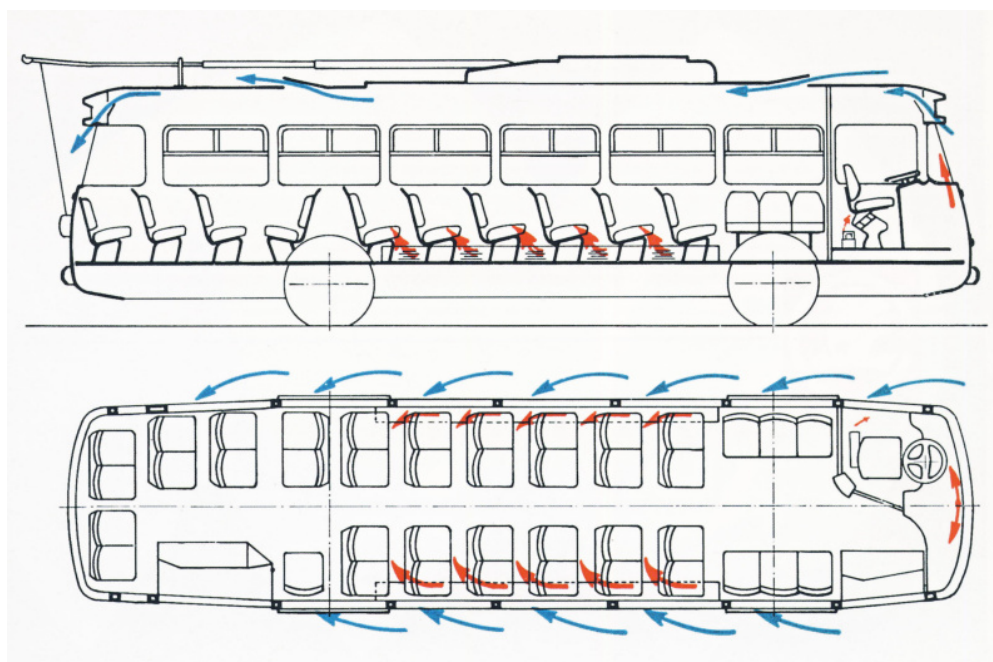
Na článkových trolejbusech se užívá buď dvojice motorů (jeden pro střední, druhý pro zadní nápravu) nebo se dodává jednomotorová verze (pověštinou poháněna zadní náprava, na zvláštní přání zákazníka pak střední).

Jednomotorové článkové trolejbusy se většinou potýkají vlivem snížené adhezni hmotnosti s nedostatečnými manévrovacími schopnostmi a spolehlivostí provozu v časech zhoršené sjízdnosti vozovek (typicky v zimním období).

Krom silových elektrických obvodů zajišťujících přísun trakční energie od troleje k motorům (z motorů do brzdového odporu apod.) a slaboproudých zajišťujících vlastní regulaci pohonu, je trolejbus vybaven ještě dalšími pomocnými obvody nezbytnými pro provoz. Důležitou část tvoří napájení kompresoru (resp. spínače kompresoru) - zdroje stlačeného vzduchu pro pneumatickou brzdu, vypružení, posilovač řízení, dveřní pohony apod. U starších typů trolejbusů je připojen přímo na druhou stranu hnacího hřídele od motoru napevno nebo přes elektricky řízenou spojku (jeho činnost je tak omezena jen na dobu vlastní jízdy vozu a nemůže dodávat vzduch ihned při poklesu tlaku v systému). Novější generace se osazují samostatným motorem pro pohon kompresoru, který může dále pohánět i nebo čerpadlo tlakového oleje, alternátor apod.

Další nezbytnou součástí výstroje je vozová baterie o napětí 12-24V (většinou 24V) a sloužící jako zdroj energie jak pro řídicí, tak také signalizační obvody (optické - zapnutí kompresoru, vozového topení, uzavření dveří aj., akustické - ztráta napětí v troleji (výpadky napájení, ale i vysmeknutí sběračů nebo přejezd přes izolovaná místa), signalizace ze strany cestujících (výstup s kočárkem, zastávka na znamení). Nízkým napětím se dále přes elektropneumatické ventily řídí činnost dveřních mechanismů, spouští se opticko-akustický signál "Výstraha" před zavíráním dveří. V minulosti takto také probíhala komunikace mezi řidičem a průvodčím vozu. Z baterie se napájí jak vnitřní osvětlení (žárovkové - nouzové, naddveřní, transparentů), přes měnič pak hlavní zářivkové (u některých sérií trolejbusů však napájené přímo z trolejového napětí), tak veškeré venkovní osvětlení včetně reflektoru na sběrači trolejbusu. Dobíjení baterie se děje skrze dynamo (u starších vozidel) nebo alternátor s usměrňovačem a je řízeno samočinným regulátorem. V dnešní době se i dobíjení řeší přes statický polovodičový měnič.

K udržení tepelné pohody ve voze slouží obvody topné (případně větrací), pro bezpečnou jízdu nutné i rozmrazovací. Starší vozy mají vytápění řešeno sálavě odporovými topnicemi většinou pod sedadly, připojenými na trolejové napětí.



Obr.34: Schématické znázornění větrání a vytápění trolejbusu 9Tr. Modré šipky značí vstup studeného vzduchu, červené pak výstupy ohřátého vzduchu z topných kanálů. [69]

Poté se přechází na topení teplovzdušné s kanály na bocích vozu uměle profukovaných díky ventilátorům. Vzduch se ohřívá průchodem kolem zdroje tepla. Kanálů lze použít i v letním období pro bezprůvanové větrání. V současnosti vzhledem k zástavbě trolejbusových elektrovýzbrojí do autobusových karosérií se užívá teplovodního topení - médium je čerpáno skrze průtokový ohříváč napájený z troleje. Rozmrazovací obvody slouží k intenzivnímu ofukování předního skla teplým vzduchem pro odstranění (zamezení tvorby) vlhkosti / namrázy a tím zhoršeného výhledu řidiče. V minulosti se pro stejný účel užívalo též nasazovacích odporových topnic.

Současné trolejbusy disponují množstvím elektronických prvků, ať už jde o systémy řízení trakčního pohonu, palubní počítače, diagnostické systémy, řídicí jednotky informačního systému (pro digitální panely, akustické hlásiče, odbavovací systém), GPS pro dispečerský dohled nad pohybem (i rychlostí) vozidla, v poslední době se montuje také palubní síť Wi-Fi připojení k internetu nebo zásuvky USB. Zdrojem energie jsou povětšinou statické polovodičové měniče.



### **2.2.1 Vývoj elektrické výzbroje trolejbusů v býv. Československu**

Elektrická výzbroj předválečné generace trolejbusů vzhledem k faktu, že prvá vozidla pocházely od třech různých výrobců s odlišnými koncepcemi není jednotná a často obsahuje různé speciální prvky od kterých se během sériové výroby upustilo. Jednotícím prvkem všech vozů je odporová regulace, na většině se prosazuje nepřímé a nesamočinné řízení (u vozů Škoda 2 a 3Tr kombinované s přímým). Polosamočinné řízení rozjezdu se objevuje u pozdějších sérií trolejbusů TATRA T400 a vozů Škoda 6Tr. Zvýšená poruchovost polosamočinného systému u 7Tr vede během provozu tohoto typu v jednotlivých městech k rekonstrukcím, spojeným s výměnou elektrické výzbroje za stejné provedení s pozdější vyráběnou řadou - 8Tr (opět s nesamočinným řízením). Na vozy 9Tr se namontovává tzv. poloautomatika, kdy prudkým sešlápnutím jízdního pedálu dojde k aktivaci polosamočinné regulace rozjezdu s maximálním zrychlením, při jemném postupném našlapování nastavuje řidič vybrané jízdní stupně sám. Vlivem setrvačnosti výroby dané oblíbeností odporové trakční výzbroje u rozhodujících odběratelů trolejbusů (dopravců v SSSR) poslední odporový trolejbus opouští brány závodu až v roce 1982.

Nástup polovodičové techniky však lze zaznamenat již na konci 60. let, kdy se vyvíjí pulsní tyristorová regulace pro trolejbusy, osazená na prototypu 9TrBKR (využívá přitom západních technologií a součástek firmy AEG), následuje vyrobení velmi malé ověřovací série - 9TrT. Obdobně řešená elektrická výzbroj se montuje do obou prvních prototypů vozů 14Tr (vyrobených v 1. polovině 70. let).

Až příchod energetické krize a nutnost snižování příkonů trakčních vozidel v MHD vede k masivnějšímu zavádění úspornější tyristorové výzbroje na trolejbusy (modernizace stávajícího typu 9TrH na 9TrHT, sériové vozy nové typové řady 14Tr).

Se zahájením výroby článkových vozidel v Československu (kooperační vozy ŠKODA-SANOS) v 80. letech aplikuje výrobní závod ŠKODA Ostrov řešení silové elektrické výzbroje vozu praktickým zdvojením trakčního pohonu z typu 14Tr, jeden z motorů pohání střední, druhý pak zadní nápravu. V počátcích provozu se projevují nedořešené otázky elektromagnetické kompatibility, kdy se pohony vzájemně zarušují.

Rozšířená možnost uplatnění nejnovějších směrů v trakční elektrotechnice přichází po pádu totality na konci 80. let. Výrobní závod tak může aplikovat inovace na pulsní regulaci v podobě náhrady klasických tyristorů za vypínatelné (GTO) později za tvrdě komutované (IGCT). Od druhé poloviny 90. let se (až dodnes)

prosazují IGBT tranzistory. Objevují se také na inovované výzbroji pro článkové vozy 15TrMM, vyrobené však pouze ve dvou kusech, ale používají se i na modernizacích starších vozů. Na přelomu tisíciletí se představuje prototyp vozu 21TrACI, který má jako první sólo trolejbus v ČR zamontovaný pohon na střídavý proud s asynchronním motorem a navíc pomocný pohon - naftový dieselagregát. Až do uzavření závodu v Ostrově nad Ohří se souběžně vyrábí trolejbusy s klasickou stejnosměrnou, ale i novou střídavou elektrovýzbrojí.

Od roku 2004 se Škoda Plzeň soustředí již jen na vývoj a výrobu (střídavé) trakční elektrovýzbroje, která se zamontovává do karoserií externích výrobců autobusů (unifikované typové řady s autobusy značek Irisbus, Solaris, SOR).

Zdroje k 2.2 a 2.2.1 [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 29, 30, 32, 35, 41, 49, 61, 62]

### **3. Trolejové vedení a jeho napájení**

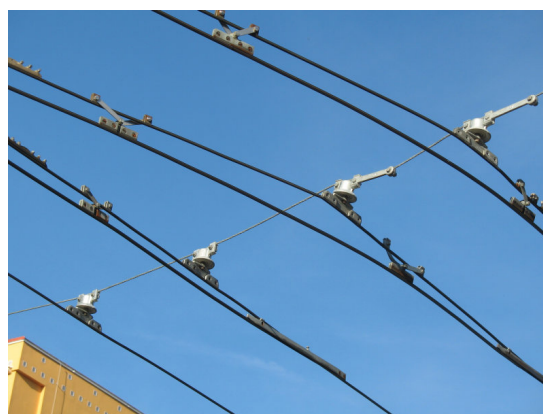
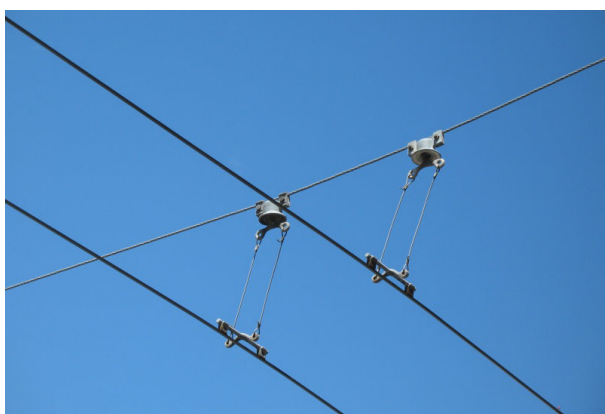
Trolejbus v klasickém pojetí je sice silniční, ale závislé vozidlo, pohybující se pod pevně vytyčenou dráhou danou vrchním trolejovým vedením. Současná vozidla se však mohou z této závislosti vyvázat v případě, že jsou vybavena některým z alternativních pohonů - pomocného dieselagregátu nebo trakčních baterií.

Trolejbusovou sítí tvoří z hlediska pevných trakčních zařízení nejen obecně viditelné prvky - trolejové vedení, ale také soustava napájecích a zpětných kabelových vedení vedoucích z míst výroby potřebného stejnosměrného proudu - napájecích stanic tzv. měníren. Ty tvoří stykové místo mezi elektrizační sítí (připojují se typicky na hladiny VN - 6 resp. 22kV, případně VVN - 110kV) a oddělenou soustavou konkrétní trolejbusové sítě nebo její části. Součástí měnírny jsou jeden nebo vícero snížovacích transformátorů, usměrňovacích jednotek a vypínačů jednotlivých napájecích vývodů. Nelze opomenout prvky ochrany, automatizace a komunikace (pro dálkové řízení) atd. Za léta existence trolejbusové dopravy prošly velkým vývojem zvláště usměrňovače, napřed rtuťové, vystřídané od 60. let křemíkovými v současnosti pak diodové nebo tyristorové. Vypínače se dnes typicky montují takové pracující s plynem SF<sub>6</sub>, zatímco ještě v nedávné minulosti se užívaly prosté mechanické (vypínané stlačeným vzduchem) bez zhášecích komor tj. s volně hořícím obloukem.

V býv. Československu pracuje většina trolejbusových provozů s napájecím napětím 600V, existuje ale také pětice měst, jejichž sítě byly postaveny již dle nové normy na zvýšené napětí 750V. Podle rozsahu tratí se potřebný výkon získává z jedné nebo několika měníren, k nimž náleží vždy určitý počet napájených úseků od sebe navzájem izolovaných tzv. sekčními děliči. Většinou se jedná o jednostranné napájení (na jednom úseku se ale může nacházet několik vzájemně vzdálených napájecích bodů), měnírny v zásadě nedodávají do konkrétního úseku energii paralelně. Lze však v mimořádných situacích (výpadku napájecí stanice) havarijně zásobovat postižené úseky z jiné měnírny propojením konkrétních sekčních děličů. Pro zlepšení energetických poměrů (zvláště na koncích úseků daleko od posledního napájecího bodu) se montují propojky jednotlivých pólů trolejí obou směrů.

Trolejbusová trolej se skládá ze dvou vodičů (plus a minus pól) speciálního průřezu pro snadné zavěšení na trolejové svorky. Výška nad vozovkou se pohybuje v rozmezí ca. 3,5 - 6,5 metrů, běžně 5.20 metru. Vedení se v zásadě dělí na prosté a řetězovkové, druhé jmenované se typicky užívá na železnicích, v zemích býv. SSSR běžně i na trolejbusových tratích, v ČR je však jediná takto vystavěná trasa, a to v Českých Budějovicích - úsek přes Nemanic na Borek.

Prosté vedení se dělí na tuhé (pevně) a pružně zavěšené, které se dále rozlišuje dle konstrukce na svislé (kompensované a nekompensované), šikmé a systému Kummler-Matter.



Obr.35, 36: Pružný závěs troleje (K+M); Pevný závěs - zde užitý na podvěsné výhybce [67]

Troleje se v zastavěných oblastech (nebo alespoň měly by se) věšet na příčné převěsy uchycené na domech. V současné době se (s odvoláváním na těžké jednání s majiteli nemovitostí) ulice osazují nadbytečnými stožáry, namísto klasického kotvení převěsů do fasád, což neprospívá vzhledu daného místa a zpětně vyvolává kritické reakce za neestetické zásahy trolejbusové trati do městského prostředí. Mimo zastavěná území je užití stožárů oprávněné, umísťuje se buď dvojice naproti sobě s mezi nataženým převěsným lanem. Tzv. "Y" vedení uspořídá vždy jeden stožár (místo něj převěs z jedné strany drží lana ukotvená na dvojici sousedních sloupů). Často se staví stožáry jen po jedné straně vozovky a závěsy trolejí se kotví k výložníkům. Rozpětí jednotlivých trolejových polí se pohybuje od 20 do 40 metrů (oproti dřívější době se tato vzdálenost značně navýšila díky tzv. "delta" závěsům).

Přístup ke konstrukci a výstavbě trolejbusových tratí neprobíhal ve všech čs. provozech rovnoměrně. Města ovlivněná pražským závodem ČKD, který byl v poválečné době generálním dodavatelem celých sítí (projekční činnost, dodávky zařízení i elektrických výbrojů vozidel), staví své trolejbusové tratě se systémem pevného závěsu a s tahovými trolejovými výhybkami. K jejich negativům však patří nedostatečná součinnost se sběrači elektrického proudu při jízdě po nerovnostech, snažší možnost vysmeknutí z troleje, proti tomu nutný vyšší přitlak sběračů k trolejím a tím jejich rychlejší opotřebení. K pozitivům lze počítat hlavně jednoduchost a rychlou výstavbu potřebnou zvláště v poválečném období. Trojice měst (z toho dvě od počátku) - Zlín, Plzeň a Brno pracují již od 40. let se švýcarským systémem pružného závěsu - armaturami proslulého výrobce Kummeler-Matter. K hlavním přednostem patří možnost zvýšení rychlosti trolejbusů nejen při jízdě na rovině, ale díky dlouhým svorkám též v obloucích. Křížení a výhybky se provádí tzv. podvěsným systémem. Přibližně od 60. let přistupují i ostatní města k zavádění pružných závěsů, většinou však ale se svislým závěsem. Československý "Kummeler" přináší na trh monopolní výrobce armatur trolejového vedení - Elektrovod Kremnica roku 1982. Zásadní inovace však přináší až období porevoluční. Objevují se nové typy armatur s dosud neužívanými materiály, pokrok nastává hlavně v oblasti trolejových výhybek, kdy se daří vyrábět tzv. "štíhlé" s vysokými průjezdnými rychlostmi, dálkovým a automatickým stavěním apod. Na opravdové zlepšení jízdnicích vlastností se také podepisuje lepší spolupráce sběrače s trolejí díky náhradě původní konstrukce ocelových sběračů proudu za laminátové. [18, 19, 25, 32, 60]

#### 4. Další směry vývoje trolejbusové elektrovýzbroje

Při současných dynamických inovacích v oblasti elektroniky včetně výkonové je odhad budoucího směřování vývoje trolejbusové elektrovýzbroje jen přibližný. Dnešním vozidlům dominují střídavé trakční pohony s asynchronními motory na úkor dříve monopolních stejnosměrných sériových motorů a lze očekávat, že tato praxe bude dále pokračovat. V ČR tak vyrábí ŠKODA Plzeň, která se od roku 2004 (po uzavření závodu v Ostrově nad Ohří) výrobou vozových skříní a vůbec kompletních trolejbusových vozidel nezabývá, naopak montuje svou trakční výzbroj do upravených autobusových karosérií různých výrobců. V minulosti tak činil také Dopravní podnik Ostrava ve spolupráci s firmou Cegelec. V současnosti lze spekulovat o nástupu nového "hráče" na trhu - SOR Libchavy, které se nedávno stalo spolumajitelem firmy RAIL Electronics, zabývající se trakčními pohony. Byl také již představen prototyp vlastního trolejbusu TNB12 "Acumario" postaveného v dílnách brněnského DP na základě autobusové karoserie městského provedení (NB12) vybaveným navíc trakčními bateriemi pro dojezd mimo trolejové vedení. Lze předpokládat, že postupně se objeví další výrobní modifikace patrně včetně článkových vozidel (připravovaná řada NS).



Obr.37: Prototyp trolejbusu SOR TNB12 "Acumario" s trakční výzbrojí RAIL Electronics při prezentaci na veletrhu Czechbus 2016. [59]

Směry vývoje trolejbusové elektrovýzbroje lze prakticky rozdělit na dva hlavní. Výrobu již zmíněných vozidel se střídavým pohonem, anebo alespoň částečný návrat ke stejnosměrným pohonům, zejména u článkových vozidel.

Střídavou elektrickou výzbroj lze bez potíží užít prakticky jen u trolejbusů standardní (12 metrů) délky, kde dostačuje k pohonu jeden motor, což dokazuje jejich poměrně bezproblémový provoz v jednotlivých městech. K pozitivům takového řešení lze přičíst menší rozměry a hmotnost trakčního motoru, jeho konstrukční jednoduchost a oproti stejnosměrnému hlavně absence komutátoru. Na druhé straně stojí problémy s regulací pohonu, pro kterou je nutno užít složité a precizně naprogramované elektroniky s čímž také souvisí nutnost vyšší odborné způsobilosti udržujícího personálu v dílnách dopravce, což může být překážkou exportu takových trolejbusů do méně vyspělých (východních) zemí.

Potíže se střídavou výzbrojí však lze registrovat zvláště u článkových trolejbusů, kde se v současnosti používá pouze jednomotorového pohonu a to většinou zadní nápravy. Nevýhodou je přenos značných sil přes spojovací článek obou částí trolejbusu (zadní díl prakticky tlačí přední) i snížená adhezní hmotnost, která vede ke zhoršení jízdních vlastností takových trolejbusů zvláště v nepříznivých klimatických podmínkách - v zimě během sněžení (a) při jízdách sklonově náročným terénem (kopcovité tratě). Praktické zkušenosti má hlavně ústecký DP, kde v časech sněhové kalamity nízkopodlažní článkové vozy většinou nejsou schopny jízdy do stoupání, byť mají pohon střední nápravy, zatímco starší dvoumotorové trolejbusy s oběma hnanými nápravami (sice s obtížemi) ale přesto jízdu zvládnou.

Prosté zdvojení střídavého pohonu je obtížnější než u stejnosměrného a závod ŠKODA Electric už projekt takového vozu zpracoval. Ke stavbě prototypu, bohužel pro vysoké finanční nároky (také na homologační proces nového typu) zatím nedošlo. Namísto toho bylo přikročeno k přemístění trakčního pohonu od zadní ke střední nápravě, čímž se jízdní vlastnosti sice vylepšily, ale stále nedosahují kýžených výsledků jako u klasických dvoumotorových článkových trolejbusů.

Zde se proto nabízí jít mírně "proti proudu" a vrátit se k osvědčené koncepci dvoumotorového stejnosměrného pohonu. Jeho vývoj zdaleka neustal u dnes již "historických" řešení s klasickými tyristory, naopak během výroby osvědčených zástupců tohoto druhu kloubových trolejbusů řady 15Tr výrobce inovoval trakční výzbroj použitím vypínatelných GTO tyristorů a modernizaci završil aplikací dodnes

užívaných IGBT tranzistorů - na poslední dvojici vyrobených vozů ve ŠKODA Ostrov tzv. 15TrMM resp. dále užívanou různými dopravci (České Budějovice, Bratislava) při modernizacích svých starších trolejbusů 15Tr.



Obr.38: Úplně poslední trolejbus vyrobený v závodě Ostrov nad Ohří - typ 15TrMM vybavený stejnosměrnou trakční výzbrojí s IGBT tranzistory. [68]

Pokud by některý ze současných výrobců vzal tuto trakční výzbroj, jistě by ji mohl po nutných úpravách, souvisejících příkladně s obměnou dnes již nevyroběných součástek, použít jako základ pro současné článkové trolejbusy. Pro takové řešení hovoří hlavně osvědčená provozní životnost (s běžnou údržbou a opravami i 25 let) a s tím spojené nízké náklady, jednoduchost (obejde se i bez složitého softwaru), vynikající jízdní vlastnosti vozidel apod. Vzhledem k tomu, že vývoj nové výzbroje se nemusí začínat zcela od začátku lze očekávat i nižší finanční nároky na realizaci takového projektu a tím i dostupnost vozidel pro tuzemské i zahraniční odběratele. O tom, že by o takto konstruované článkové trolejbusy byl opravdu zájem svědčí například činnost ústeckého DP, který (částečně vlastními silami) provádí generální opravy a modernizace své současné flotily kloubových vozů 15Tr (se stářím v průměru 20 - 25 let), aby zajistil jejich provoz v délce ještě alespoň 12-ti let. Děje se tak jednak z hlediska značného ušetření finančních nákladů (generální oprava stojí ca. jen 35% částky za nový trolejbus) a jednak z důvodu potřeby právě dvoumotorových článkových vozidel v těžkém ústeckém terénu, plném kopcovitých tratí do výše položených částí města, kde se jednomotorové vozy příliš neosvědčují.



Obr.39: Ústecká 15TrM č. 560 v dubnu 2017 čerstvě po dokončené generální opravě, která ji prodlouží život až o 12 let. [67]

Ač si dopravce uvědomuje jistý hendikep starších vozů vzhledem k absenci nízké podlahy, přesto se jich z výše nastíněných důvodů nevzdává. Dokonce uvažoval i o přemístění komponentů v zadní části druhého článku tak, aby mohla být podlaha u posledních dveří snížena na úroveň nízkopodlažních vozidel. Bohužel vzhledem k nutnosti precizního najíždění s vozy do zastávek, tak aby i poslední dveře byly u hrany chodníku se od nápadu upustilo, ač je poměrně běžný na starších trolejbusech Ikarus 280T provozovaných v hlavním městě Bulharska - Sofii.

Budoucnost může přinést i netradiční varianty trolejbusových elektrovýzbrojí, jak ukázal již před devíti lety podnik SOR, který společně s firmou Czetro vyvinul a postavil trolejbus s trakčním pohonem s automatickou převodovkou PRAGA 2PS. Nezvyklého úkolu se ujal z požadavku zákazníka, který potřeboval vůz dosahující (pro trolejbusovou dopravu) vysokých rychlostí (až 80km/h), proto byl pohon prototypu TN 12 A řešen jako dvoustupňový, kdy pro vyšší rychlosti převodovka řízená regulátorem pohonu pneumaticky přeřadí na druhý stupeň. Zajímavostí je také absence pomocných pohonů, při zastavení vozidla je totiž od hnacích kol motor odpojen a dle potřeby se dále točí dostatečnou rychlostí čímž pohání veškeré potřebné další elementy (čerpadlo posilovače řízení, kompresor atd.). Vůz nakonec zůstal jen v jediném kusu a nyní jej provozuje společnost ARRIVA v teplické MHD.



Jde však o bezesporu zajímavý koncept, jak dosáhnout režimů s lepší účinností motoru, vyšších rychlostí při současně příznivě velkých otáčkách motoru a umožnit tak plynulý provoz trolejbusů na příměstských a dálkových tratích.



Obr.40: Prototyp nerealizované typové řady SOR TN 12 A slouží v běžném provozu v Teplicích. [67]

Do budoucího vývoje trakčních elektrovýzbrojí jistě také zasáhne vlna rozšíření pole působnosti trolejbusů i v úsecích mimo vystavěné trolejové vedení, které dnes v převážné většině provozů funguje na bázi vozidel se zastavěným pomocným dieselagregátem, který dodává (avšak za značné spotřeby nafty) energii pro trakční motor. Období tohoto řešení se však zdá být u konce, vytlačuje jej pro trolejbusy jako vedoucí vozidla silniční elektromobility veřejné dopravy ekologičtější varianta - osazení vozů sestavou trakčních baterií, které se užívají jak pro vlastní jízdu mimo zatrolejované úseky, ale lze také do nich soustředit rekuperační energii z elektrodynamického brzdění a tu znovu použít při rozjezdu vozidla. Podobnou (avšak jen velmi omezenou činnost) odvedou také superkapacitory schopné krátkodobého přísunu energie (uvíznutí na sekčním děliči, moment rozjezdu apod.). V současnosti představila společnost SwissTrolley zcela novou koncepci pohonu trolejbusu, kdy trakční energie jde ze sběračů napřed do trakčních baterií a z nich až do vlastního pohonu, zda se takové řešení osvědčí musí ukázat teprve čas. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 57, 58, 59, 61, 62]



Obr.41: Prototyp trolejbusu SwissTrolley plus. [58]

#### 4.1 Vlastní návrh trolejbusu

Jedná se skutečně pouze o návrh, ač si je autor práce vědom současných omezujících faktorů, které by vozidlo níže uvedené koncepce dovolily realizovat.

Trolejbus "budoucnosti" musí být především finančně dostupný pro jednotlivé provozovatele. Bohužel v dnešní době, kdy se hledí prakticky jen na finanční stránku věci a hodnoty, které trolejbusová doprava automaticky nabízí (ekologie, nízká hlučnost, nezamořování ovzduší exhalacemi, snadná jízda kopcovitým terénem aj.) se víceméně přehlížejí nebo se jim nedostává takové důležitosti, jeví se mnohým městům provozování trolejbusů jako drahý luxus ač tomu tak ve skutečnosti není. Jejich přínosy se však prakticky nedají vyjádřit penězi, proto se městské samosprávy řídí hlavně tabulkovými údaji "náklady na jeden kilometr", kde povětšinou autobusy vycházejí výhodněji. Přihlédneme-li k poměru nákupní ceny nových vozů: ca. 5 milionů stojí standardní 12metrový autobus, zatímco částka za stejnou vozovou skříň vybavenou elektrickou výzbrojí trolejbusu se pohybuje kolem 10 milionů, jsou mnohá města ochotná vážně uvažovat o náhradě bezemisních trolejbusů právě autobusy a to hlavně z důvodu vyšších pořizovacích nákladů bez zřetelu k vyšší životnosti trolejbusů obecně.

Jiné ohrožení přichází od dnes často skloňovaného a módního elektrobusu, který vlivem značné mediální pozornosti a prosazování ze stran určitých výrobců může být velkým konkurentem trolejbusů, ač je fakticky plnohodnotně nahradit nemůže. Současnost však spíše než trvalým a prozíravým řešením přeje často takovým jen málo osvědčeným výstřelkům, které se pak časem ukážou jako ne úplně nejlepší. Elektrobus se jeví jako malý zázrak - bezemisní vozidlo, které nepotřebuje vrchní vedení, málokdo se však reálně zaobírá skutečným dojezdem vozidla daným kapacitou baterií a zvláště pak jejich životností. Ta při intenzivním provozu dosahuje sotva poloviční doby než je celková životnost vozidla a její výměna si vyžaduje značné finanční prostředky, které by měly být striktně uváděny u vlastní pořizovací ceny elektrobusu.

Zažehnání nedostatku peněz na obnovu vozových parků jednotlivých trolejbusových provozů na nějaký čas odvrátil fenomén tzv. evropských dotací, kdy se prakticky umělými finančními zásahy městům disproporce mezi cenou autobusu a trolejbusu odstranila. Jejich poskytování je však časově omezené a roku 2020 má skončit, vyvstává tak otázka, jaký to bude mít vliv na další budoucnost elektrické trakce v MHD. Hlavně menší města a jejich rozpočty nebudou mít možnost finančně krýt dodávky nových vozidel, což může vést až do krajností tj. k likvidacím jednotlivých trolejbusových sítí. Aby se tomu zabránilo, je především na státním aparátu, aby si s nastálou situací poradil a připravil koncepci řešení daného problému. Zkušenosti však velí nespoléhat se na poměrně neohrabané státní orgány, a proto by mělo dojít k iniciativě ze strany výrobců trolejbusů právě návrhem **jednoduchého, účelného**, trvanlivého a zároveň **finančně dostupného** vozu, jehož cena se oproti dnešku musí výrazně snížit, ideálně alespoň přiblížit k horní hranici částky za srovnatelné autobusy.

Nová typová řada trolejbusů by opět měla nabízet několik základních variant, tj. standardní 12metrový, článkový 18metrový vůz a z nich další odvozené dle požadavků konkrétních zákazníků. Ideově by vozidla mohly vycházet z poslední výrobní řady závodu ŠKODA Ostrov - 21 a 22Tr samozřejmě s úpravami dle současných možností výroby. Pro prodloužení životnosti karosérie je samozřejmostí důsledná ochrana kovových konstrukcí proti rzi: ochranné nástřiky, kataforéza, materiály korozi nepodléhající (nerez oceli, hliník - ten již dlouhodobě užívá švýcarský výrobce Hess apod.) a aplikace moderních materiálů (plasty, tmely aj.)



Obr.42: Možný předobraz nové typové řady trolejbusů - článkový částečně nízkopodlažní trolejbus 22Tr. [69]

Elektrická výzbroj musí být jednoduchá, spolehlivá, snadno udržovatelná a opravitelná i v málo vybavených dílnách. Pro zcela základní výrobní variantu, tedy nejlevnější model lze uvažovat i o výzbroji, která by byla analogová a obešla by se tak zcela bez počítačové techniky. Standardně by mohla být zastavována jak stejnosměrná, tak střídavá výzbroj (s IGBT prvky) opět vycházející z konstrukčních řešení trakčního pohonu trolejbusů 21Tr a následných zlepšení.

Pro článková vozidla lze uvažovat s převažujícím podílem stejnosměrné výzbroje a dvumotorového řešení tj. s pohonem střední a zadní nápravy, které se v praxi nejvíce osvědčilo a což množství dopravců přivítá. Pro vozy standardní délky určené pro meziměstské a dálkové tratě lze převzít myšlenku dvou (či více) stupňového pohonu z trolejbusu SOR TN 12 A. U dopravců požadujících provoz vozidel i mimo zatrolejované úseky, lze vzhledem k současnému vývoji počítat se zástavbou trakčních baterií.

V otázce uspořádání vozidla v interiéru by bylo rozumné vrátit se ke koncepci tzv. částečně nízkopodlažních vozidel. V současnosti se (více méně pod politickým a veřejným tlakem) vyrábějí tzv. 100% nízkopodlažní vozy, které nabízejí u všech vstupních dveří podlahu ve výšce hrany chodníku. Na jedné straně jde o velký

pokrok oproti klasickým vozům s vysokou podlahou, kdy je zajištěn snadný nástup i výstup cestujících invalidních, se sníženou pohyblivostí, s kočárky apod. Na druhé straně je však takové řešení vykoupeno poměrně zhoršeným dispozičním uspořádáním interiéru (valná část sedadel se nachází na hůře přístupných bočních podestách) i trakčních zařízení (motor mimo podélnou osu vozu, nutnost umístění výzbroje na střechu apod.).

Pokud úprava zastávek tj. výška nástupiště (chodníku) není přizpůsobena výšce dveřní hrany nízkopodlažního vozidla, vzniká jejich rozdílem schod tak jako tak. Přidá-li se k tomu ještě špatné najetí do zastávkového zálivu a vznikne-li tak větší mezera mezi obrubníkem a bočnicí, pak už nezáleží na tom, jestli je vůz nízkopodlažní nebo ne. Nastupující cestující tak většinou musí napřed sestoupit do jízdní dráhy (zálivu zastávky) a následně "vylézat" do vozidla. Řešením je důsledná aplikace speciálních tzv. kasselských obrubníků, které umožňují najíždění vozidel až těsně k hraně chodníku a řádné proškolení řidičů o správné technice jízdy s nízkopodlažním vozidlem.

Ve výrobě trolejbusů samozřejmě není možný návrat k vysokopodlažním vozům, ač je to z technického hlediska výhodné (snížení těžiště vozu, jednodušší konstrukce náprav, účinnější systém vypružení a z toho nižší opotřebení mechanických částí vlivem jízdy po nerovnostech apod.), je však možné vyrábět právě částečně nízkopodlažní vozidla, která mají určitý podíl podlahy (typicky v přední části) řešen jako nízký (př. 36cm nad vozovkou), na zádi vozu se zvyšuje (tzv. střední podlaha - př. 56cm). Rozdíl mezi podestou sedaček (př. ve výšce 76cm nad vozovkou) tak činí nikoliv 40, (jako u 100% nízkopodlažního) ale jen 20cm, což usnadňuje zvláště starším cestujícím potřebnou manipulaci. K jejich pohodlnému nástupu i výstupu slouží první dvojice dveří, zatímco ostatním cestujícím nemůže činit potíže překonání jednoho schodu (20cm) u dveří ostatních. Přínos takového řešení lze spatřovat zvláště u výrazně zlepšeného uspořádání interiéru díky odbourání vysokých bariér mezi úrovní chodbičky a podestou sedáků.

Současnost neustále hovoří o zvyšování komfortu pro cestující a praxe jde zcela opačným směrem. Pověstinou akceptováním ze strany dopravců se nově vyráběné vozy osazují tvarově nezvládnutými plastovými sedáky, které spolu s omezenou možností vypružení nízkopodlažních vozidel a stavem našich silnic vedou k velmi nepříjemnému jízdnímu komfortu. Po opuštění koncepce sedáků s textilními potahy

(rozšířených od 90. let) se jako logická varianta nabízí renesance používání klasických čalouněných sedaček s koženkovým potahem, které zajišťují dostatečný komfort i při jízdě po zhoršených vozovkách, mají lepší tepelně-izolační vlastnosti při vysoké udržitelnosti a omyvatelnosti. Jistě by byly větším přínosem než tolik módní "USB zásuvky" anebo palubní síť Wi-Fi, kteréžto "vymoženosti" jsou, pro MHD a její primární úkol - pohodlné cestování na krátké vzdálenosti, zcela postradatelné.



Obr.43: Náznak možného řešení interiéru zadního článku kloubového vozu (zde 22TrG). Tzv. střední podlaha s jedním schodem u dveří, koženkové sedačky na poměrně nízké podestě (zvýšené nad podběhy zadních kol). U nového vozu by patrně došlo k užití podlahové krytiny "ALTRO" namísto gumokoberce. [67]

Trolejbus nové koncepce by se měl také vrátit ke klasickému způsobu vytápění, a to teplovzdušnému, kde vzduch je ohříván přímo průchodem přes odporové topnice a topnými kanály vháněn rovnoměrně po celé délce vozidla. Praktické zkušenosti s provozem trolejbusů s teplovodním topením s oddělenými výměníky vykazují sníženou účinnost topného systému a vozy nenabízejí tepelnou pohodu takové úrovně jako ty ohřívané teplovzdušně. Klimatizace salonu pro cestující může být v "příplatkových" verzích namontována, ale není nutná, tak jako ta určená řidiči. Je nutné se soustředit především na dobré větrání vozu (vysoký podíl oken s posuvnou horní částí, střešní klapky namísto neúčinných stropních ventilátorů atd.)

V neposlední řadě je nutné se věnovat i vnějšímu a vnitřnímu designu a provedení vozidel. Zvláště interiéry těch současně produkovaných připomínají nenápaditě uniformně šedivé prostory s bezvýraznými prvky. Je třeba se vrátit k alespoň nějaké barevnosti (např. k neuváženě opuštěné krémové barvě na stěnách resp. k tzv. slonové kosti na stropním obložení, které zajišťují lepší prosvětlenost a útulnost interiéru). Do svítidel by bylo vhodné aplikovat jiný druh LED zdrojů než zcela neosobních modrobílých. I takové drobné detaily mohou pozvednout zájem cestujících i jejich náhled na veřejnou (nejen trolejbusovou) dopravu.

Shrnutím nutno dodat, že nastíněný plán je skutečně jen obtížně realizovatelný. Prakticky uvést do života by se ho v ČR mohlo povést patrně pouze firmě SOR, ale jen pokud by o to měla výslovný zájem. Výhodu lze spatřovat v tom, že podnik je schopný zajistit si kompletní výrobu trolejbusu ve vlastní režii. Tj. vyrobí si vozovou skříň a zabudovat do ní svou (resp. s firmou RAIL Electronics, kterou většinově vlastní) vyvinutou výzbroj. Pokud by došlo k velkosériové produkci unifikované řady autobus/trolejbus, nutně by se snížily náklady na zhotovení vozové skříňe pro trolejbusy a tím by i mohla poklesnout cena za nový trolejbus jako celek.



Obr. 44: Možná podoba trolejbusu nové generace (vychází z řady NS SOR)

[59]

Závod ŠKODA Electric má v tomto ohledu ztíženou roli, neboť prakticky nemůže zasáhnout do vývoje vozové skříňe od základu, může pouze montovat svou výzbroj do karosérií autobusových výrobců, kteří přirozeně nemají příliš zájem na tom, aby se cena trolejbusu snižovala a blížila se tak k pořizovacím nákladům za autobus.

## Závěr

Technický vývoj trolejbusů v býv. Československu byl a je nesmírně bohatý, ať už díky stabilní a silné výrobní základně nebo také pro (vzhledem k velikosti státu) velký počet trolejbusových provozů s množstvím specifických potřeb a řešení. Vzhledem k rozsáhlosti a rozmanitosti tématu byly představeny opravdu jen základní nebo vybrané poznatky o konstrukci vozidel a jejich elektrické výzbroji a velmi stručná data historie trolejbusové dopravy v jednotlivých městech. Že je dané téma opravdu vyčerpávající dokazuje značné množství odborné literatury jemu se věnující.

Poslední část naznačila možné směřování v oblasti trolejbusových elektrovýzbrojí, vlastní návrh trolejbusu se soustředil především na praktickou stránku věci, kdy vzhledem k současnému vývoji v přístupu k trolejbusové dopravě se jeví jako hlavní úkol udržení stávajícího rozsahu existence jednotlivých provozů a jejich zajištění do budoucna finančně dostupnými, jednoduchými a přitom spolehlivými vozidly, které při použití moderních součástek a výrobních technologií převezmou některé osvědčené prvky a konstrukční řešení ze svých předchůdců.



Obr. 45: Zástupce úspěšné typové řady 15Tr v areálu výrobního závodu ŠKODA Ostrov nad Ohří. [69]



## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] HOLUB, Ladislav, Jiří ČERMÁK a Petr VYCHODIL. *Atlas trolejbusů*. Praha: Nadas, 1986. Knižnice silniční a městské dopravy.
- [2] FLAJTINGR, Jiří, KULE, Lumír. *Elektrické pohony se střídavými motory a polovodičovými měniči*. Skripta ZČU Plzeň, 2005. ISBN 80-7043-354-X.
- [3] NELHÜBEL, Jan. *Atlas trolejbusů 2012: provoz trolejbusů na území České a Slovenské republiky : přehled současně provozovaných typů vozidel : statistika vozidel*. Ostrava: Pro trolejbusy, 2012. ISBN 978-80-260-2548-1.
- [4] NELHÜBEL, Jan. *Atlas trolejbusů 2016: provoz trolejbusů na území Česka, Slovenska a Pobaltí : přehled provozovaných typů vozidel : statistika*. Ostrava: Pro trolejbusy, 2016. ISBN 978-80-260-9435-7.
- [5] JANSÁ, František. *Vozidla elektrické trakce: elektrická zařízení kolejových hnacích vozidel*. Praha: Nadas, 1983. Knižnice nové techniky a technologie železniční dopravy.
- [6] JANSÁ, František. *Elektrická zařízení hnacích vozidel MHD: učební text pro předmět Elektrická zařízení hnacích vozidel ve 3. ročníku a předmět Městská trakční doprava ve 4. ročníku studijního oboru 37-42-6 Elektrická ..* Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1986.
- [7] HARÁK, Martin. *České trolejbusy: historie a současnost, typy, technika, provoz*. Praha: Grada Publishing, 2015. Retro (Grada). ISBN 978-80-247-5552-6.
- [8] HARÁK, Martin. *Encyklopedie československých autobusů a trolejbusů*. Praha: Corona, 2005-. ISBN 80-86116-30-1.
- [9] NOHOVCOVÁ, Ladislava. *Škodoväcké lokomotivy, tramvaje a trolejbusy ve fotografiích a dokumentech: Škoda locomotives, trams and trolleybuses in photographs and documents*. Plzeň: Starý most, 2012. ISBN 978-80-87338-20-9.
- [10] VANDAS, Jaroslav. *Učebnice řidiče tramvaje a trolejbusu*. Praha: Nadas, 1969. Motoristická knižnice.
- [11] *Trolejbus ŠKODA 14Tr*. Ostrov nad Ohří: OTS - ŠKODA, k.p., PLZEŇ, 1984.
- [12] ČECH, Jan a František PROŠEK. *Trolejbusy v Praze: 1936-1972*. Praha: Společnost městské dopravy, 1994. ISBN 80-901067-6-5.
- [13] ARAZIM, Jan, Miroslav DYK a Jindřich ŠOUR. *Trolejbusy v pražských ulicích*. Praha: Dopravní magazín, 2002. ISBN -.
- [14] FOJTÍK, Pavel, Stanislav LINERT a František PROŠEK. *Historie městské hromadné dopravy v Praze*. 3., dopl. vyd. Praha: Dopravní podnik hl. m. Prahy, 2005. ISBN 80-239-5013-4.
- [15] ŘEŽÁB, Jaroslav. *75 let městské hromadné dopravy v Plzni 1899-1974*. Plzeň: Dopravní podniky města Plzně, 1974. ISBN -.
- [16] BRENÍK, Jiří a kol.. *90 let městské hromadné dopravy v Plzni*. Plzeň: Tram-Bus-Club při ROH DPmP, 1989. ISBN -.

- [17] VOHRADSKÝ, Ondřej. *100 let městské hromadné dopravy v Plzni*. Plzeň: Nakladatelství dopravy a turistiky, 1999. ISBN 80-85884-95-X.
- [18] BARTOŠ, Antonín. *40 let městské hromadné dopravy v Gottwaldově*. Gottwaldov: MTZ n.p., 1984. ISBN -.
- [19] CEKOTA, Vojtěch. *70 let s trolejbusy: minulost a současnost městské hromadné dopravy ve Zlíně a Otrokovicích : 1944-2014*. Zlín: Dopravní společnost Zlín-Otrokovice, 2014. ISBN 978-80-260-6248-6.
- [20] GRISA, Ivan. *Trolejbusy Most - Litvínov 1941-1959*. Litoměřice: Vydavatelství dopravní literatury, 2005. ISBN 80-86765-03-2.
- [21] Kolektiv pracovníků DPMaL. *90. výročí hromadné městské dopravy na Mostecku*. Most: DPMaL, 1991. ISBN -.
- [22] BAJER, Jan. *100 let městské dopravy v Českých Budějovicích 1909-2009*. České Budějovice: Milan Binder, 2009. ISBN 978-80-903636-9-4.
- [23] BAJER, Jan, Viktor NOVÁK a Jiří VOBECKÝ. *Povídání o tramvajích, trolejbusech a také autobusech v Jihlavě 1909 - 2009*. Ústí nad Labem: Dopravní vydavatelství WOLF, 2009. ISBN -.
- [24] PODIVÍN, Ladislav. *50 let trolejbusové dopravy v Hradci Králové: 1949 - 1999*. Ústí nad Labem: Wolf, 1999.
- [25] REZKOVÁ, Helena a Daniel DITRYCH. *Historie městské hromadné dopravy v Hradci Králové 1928-2013*. Vlkov: Helena Rezková, 2013. ISBN 978-80-904449-5-9.
- [26] HARÁK, Martin. *65 let trolejbusů v Hradci Králové*. Praha: Dopravní vydavatelství MALKUS, 2014. ISBN -.
- [27] Kolektiv pracovníků DPMB a TMB. *80 let elektrické dráhy v Brně: 50 let autobusové dopravy*. Brno: TMB, 1980. ISBN -.
- [28] MORÁVEK, Jiří. *120 let městské hromadné dopravy v Brně*. Brno: DPMB s.p., 1989. ISBN -.
- [29] FIALA, Petr. *Trolejbusy v Brně*. Ústí nad Labem: Dopravní vydavatelství Wolf, 2000.
- [30] WOLF, Vojtěch a Lubomír BÁRTA. *50 let městské hromadné dopravy v Děčíně: 1950-2000*. Ústí nad Labem: Wolf, 2000.
- [31] KRIVÝ, Bohumil a Bohumil BÁRTA. *Dopravní podnik města Děčína 1950-2005*. Ústí nad Labem: Dopravní vydavatelství WOLF, 2005. ISBN -.
- [32] PODIVÍN, Ladislav. *50 let trolejbusové dopravy v Pardubicích 1952-2002*. Pardubice: DPMP, 2002. ISBN -.
- [33] PODIVÍN, Ladislav. *60 let pardubických trolejbusů 1952-2012 ve vzpomínkách pamětníků*. Pardubice: Klub přátel Pardubicka, 2012. AB-Zet Pardubicka. ISBN 978-80-270-0419-5.
- [34] HARÁK, Martin a Ladislav PODIVÍN. *65 let městské dopravy v Pardubicích*. Praha: Dopravní vydavatelství MALKUS, 2015. ISBN -.

- [35] BAJER, Jan, Vojtěch WOLF, Václav KOHOUT, Lubomír KYSELA a Zdeněk RUSÝ. *Mariánské Lázně - 100 let městské dopravy 1902 - 1952 - 2002*. 1. Ústí nad Labem: Vydavatelství WOLF, 2002. ISBN -.
- [36] GRISA, Miroslav a Petr HAVLÍK. *100 let městské dopravy v Teplicích 1895-1995*. Ústí nad Labem: Wolf, 1995. ISBN -.
- [37] WOLF, Vojtěch. *Malý atlas trolejbusů v Teplicích: vydáno při příležitosti 45. výročí trolejbusové dopravy v Teplicích : 1952-1997*. Ústí nad Labem: Wolf, 1997.
- [38] BAJER, Jan, a Petr HAVLÍK. *Půlstoletí teplických trolejbusů*. Ústí nad Labem: Dopravní vydavatelství WOLF, 2002. ISBN -.
- [39] HAVLÍK, Petr. *Desetiletí velkých změn*. Ústí nad Labem: Veolia Transport Teplice, 2012. ISBN -.
- [40] DVOŘÁK, Jan. *100 let městské hromadné dopravy v Ostravě*. Ostrava: DPMO s.p. ISBN -.
- [41] STEJSKAL, Aleš, Robert KINDL a Petr MITÁČEK. *Trolejbusy uprostřed století, aneb, 50 let trolejbusů v Ostravě: 1952-2002*. Ostrava: Dopravní podnik Ostrava, 2002. ISBN 80-238-8634-7.
- [42] LANGER, Petr, Roman PAZDERA a Vojtěch WOLF. *Tramvají a trolejbusem ulicemi Opavy: vývoj tratí, linek a vozového parku elektrické pouliční dráhy a trolejbusů v Opavě : 1905 - 1998*. Ústí nad Labem: Wolf, 1998.
- [43] WOITEK, Hynek a kol.. *50 let trolejbusové dopravy v Opavě*. Opava: Společnost městské dopravy Opava, 2002. ISBN -.
- [44] MARTINEK, Branislav. *100 let městské dopravy v Opavě: [1905-2005]*. Opava: Městský dopravní podnik Opava, 2005. ISBN 80-239-5502-0.
- [45] DORKO, Branislav, Lubomír KYSELA, Miroslav BUREŠ, Robert KINDL a Hynek WOITEK. *110 let městské dopravy v Opavě*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Opava: Městský dopravní podnik Opava, a.s, 2015. ISBN 978-80-260-8031-2.
- [46] Kolektiv pracovníků DPMÚL. *95 let městské hromadné dopravy v Ústí nad Labem*. Ústí nad Labem: DPMÚL, 1995. ISBN -.
- [47] HAVRÁNEK, Pavel, Josef KARLOVSKÝ a František RYŠLAVÝ. *Sto let městské hromadné dopravy v Ústí nad Labem: Hundred years of public transport in Ústí nad Labem = Hundert Jahre der ÖPNV Ústí nad Labem : 1899-1999*. Plzeň: MAIL, grafické studio, 1999.
- [48] GRISA, Ivan. *Sto deset let městské hromadné dopravy v Ústí nad Labem: 1899-2009*. Ústí nad Labem: DPMÚL, 2009. ISBN 978-80-260-6973-7.
- [49] ŠAŠEK, Petr. *Dvacet let trolejbusové dopravy v Ústí nad Labem*. Ústí nad Labem: DPMÚL, 2008. ISBN -.
- [50] WOLF, Vojtěch. *Trolejbusy Chomutov-Jirkov: první rok provozu*. Ústí nad Labem: Wolf, 1996. ISBN 80-902180-8-3.
- [51] KLÍMA, Jiří. *75 let autobusové dopravy na Chomutovsku*. Chomutov: Digon, 2002. ISBN -.

- [52] KRÁL', Milan a Dušan HUBARDA. *100 rokov mestskej hromadnej dopravy v Bratislave 1895-1995*. Bratislava: Perfekt, 1995. ISBN -.
- [53] HORNÍK, Jan. *Trolejbusy v Bratislave 1909-2009*. Bratislava: DPB, 2009.
- [54] ŠIMKO, Vladimír a Peter JANUS. *40 rokov trolejbusovej dopravy v Prešove 1962-2002*. Prešov: DPMP, 2002. ISBN -.
- [55] ŠVORC, Peter a Patrik DERFIŇÁK: *MESTO V POHYBE.60 ROKOV MESTSKEJ DOPRAVY V PREŠOVE (1949-2009)*. PREŠOV: UNIVERSUM-EU,2009. ISBN 978-80-89046-57-7.
- [56] ČIAMPOR, Miroslav, Vladimír KOBZA a Martin MATALA. *60 rokov MHD v Banskej Bystrici*. Banska Bystrica, 2010. ISBN 978-80-970456-2-3.
- [57] HINČICA, Libor a Martin ČEPICKÝ. Generální opravy a modernizace ústeckých trolejbusů. *Československý dopravák*. Ostrava: MH Development, 2017, **XIV**.(1), 16-21. ISSN 1804-2309.
- [58] HINČICA, Libor. SwissTrolley plus - nový parciální trolejbus pro Zürich. *Československý dopravák*. Ostrava: MH Development, 2017, **XIV**.(1), 64-70. ISSN 1804-2309.
- [59] HINČICA, Libor. První parciální trolejbus SOR. *Československý dopravák*. Ostrava: MH Development, 2016, **XIV**.(5), 19-21. ISSN 1804-2309.
- [60] *Modernizace měníren, trakčních vedení a vozidlového parku městské hromadné dopravy*. Gottwaldov: ČSVTS, 1987
- [61] ŠINDELÁŘ, Michal, Petr MAZNÝ a Karel ŠPLÍCHAL. *Historie trolejbusů Škoda*. Plzeň: Škoda, 2006. ISBN -.
- [62] VYCHODIL Petr a kol. *Kloubové trolejbusy ŠKODA-SANOS 1982-2002: DSZO*, 2002. ISBN -.
- [63] Různé propagační materiály koncernového podniku ŠKODA
- [64] <http://www.spvd.cz>
- [65] <http://www.trolejbus.cz>
- [66] <http://www.trolejbusy.plzenskamhd.net>
- [67] <http://www.foto.bmhd.cz>
- [68] Archiv ŽTM
- [69] Archiv ŠKODA