

# Elektromobilita vo verejnej doprave

## Elektrobusy a trolejbusy s trakčnou batériou

Bronislav Weigl<sup>1</sup>

### Abstrakt

Vplyv dopravy ako takej na životné prostredie je najčastejšou problematikou súčasnej doby. Veľké európske metropoly, ktoré sú najviac zaťažované negatívnymi vplyvmi na životné prostredie v dôsledku vysokého rozvoja ako aj individuálnej automobilovej dopravy tak aj verejnej osobnej dopravy, riešia túto problematiku na jednej strane zvyšovaním kvality mestskej hromadnej dopravy za súčasnej reštrikcie individuálnej automobilovej dopravy a na druhej strane zvyšovaním podielu elektrickej trakcie pri zabezpečovaní tejto verejnej osobnej dopravy.

### 1. Úvod

V súčasnej dobe sa dostávajú čoraz viac do popredia systémy využívajúce k pohonu elektrickú energiu a to ako aj v individuálnej doprave, tak aj vo verejnej doprave. Vo viacerých európskych mestách sa stále viac využíva elektrická trakcia a to nielen **metro, električky a trolejbusy**, ale aj nové systémy využívajúce elektrickú energiu a to vozidlá s batériovým pohonom - **elektrobusy** alebo **trolejbusy s trakčnou batériou**. Čoraz viac miest začína využívať takéto vozidlá v pravidelnej mestskej hromadnej doprave, čím ale zároveň vznikajú prvé otázky spojené s ich prevádzkou a odpovede na túto problematiku z týchto miest. Žiaľ, niektoré z nich, ktoré už obstarali vozidlá bez predchádzajúcich komplexných analýz a následných praktických skúšok takýchto vozidiel nielen ich praktického využitia, ale aj systému ich údržby a dobíjania batérií zisťujú aj negatívne stránky svojich rozhodnutí.

Zo súčasných poznatkov s ich prevádzkou, údržbou a spôsobom dobíjania možno v krátkosti definovať základné prevádzkové podmienky pre ich ďalšie využívanie:

- prevádzka súčasných elektrobusov je striktno limitovaná dojazdom vozidiel, resp. systémom ich dobíjania počas prestojov na buď na trati, resp. vo vozovniach, čo v mestách s rozvinutou trolejbusovou dopravou riešia vozidlami - *trolejbusmi s trakčnou batériou*
- prevádzka elektrobusov v sieti mestskej hromadnej dopravy je rovnako systémovou záležitosťou podobne ako prevádzkovanie inej dráhovej dopravy - *metra, električiek a trolejbusov*
- pokiaľ dobíjanie elektrobusov nie je zabezpečené na trati - *indukčné napájanie* na zastávkach, resp. na konečných zastávkach, ich prevádzka nie je vhodná pre nosné linky, ale tieto vozidlá sú požívané na tzv. privádzačové linky, alebo na linky s nízkymi kilometrickými priebehmi
- prevádzka týchto vozidiel je spojená aj s *preverením kapacity elektrickej siete*, s následnou výstavbou ďalšej technickej infraštruktúry pre nabíjanie vozidiel, prevereníím a s *novými zmluvami*, resp. *dodatkami s dodávateľmi elektrickej energie*, čo nie je potrebné pri prevádzkovaní trolejbusov s trakčnou batériou

A práve spôsoby dobíjania elektrobusov je témou nasledujúceho príspevku o prevádzkovaní elektrobusov a trolejbusov s trakčnou batériou.

---

<sup>1</sup> Bronislav Weigl, Ing., Slovenská republika, tel.: +421 903406212, e-mail: weiglbronislav@gmail.com

## 2. Spôsoby dobíjania vozidiel

Prvou otázkou, na ktorú si musí budúci prevádzkovateľ odpovedať, je systém dobíjania týchto elektrobusev. V súčasnej dobe okrem ich vysokej ceny je ďalším problémom ich dojazd na jedno nabitie, ktorý sa pohybuje okolo 150 km u vozidiel so systémom na jedno nabitie „PLUG-IN“. Pre dlhšie dojazdy (prakticky neobmedzené) je možnosť dobíjania na konečných pomocou rýchlonabíjačiek alebo pomocou pripojenia sa na dvojstopové trolejové vedenie pomocou „dvojpólového pantografu“. Ďalším systémom (v súčasnej dobe stále viac používaným tam, kde majú mestá dobre rozvinutú trolejbusovú dopravu) sú trolejbusy s trakčnou batériou (parciálne trolejbusy) s možnosťou permanentného dobíjania počas jazdy pod trolejovým vedením a rekuperáciou pri brzdení. Posledným systémom používaným skúšobne v niektorých európskych mestách sú vozidlá s indukčným dobíjaním, čo je ale v porovnaní z ostatnými systémami najdrahšia technológia a vozidlá sú viazané na konkrétnu linku, ktorá na vybraných zastávkach toto indukčné nabíjanie.

- 1/ PLUG-IN**
  - nabíjanie vo vozovni s prípadným dobíjaním na konečných rýchlonabíjačkou
  - nabíjací výkon do 100 kW pri pomalom nabíjaní vo vozovni, resp. 200-450 kW pri nabíjaní na rýchlonabíjačke
- 2/ PANTOGRAF**
  - dobíjanie vo vozovni a konečných kde je trolejové vedenie
  - nabíjací výkon 200-450 kW
- 3/ INDUKCIA**
  - dobíjanie vo vozovni, konečných a na niektorých zastávkach na trase linky
  - nabíjací výkon cca 200 kW
- 4/ TROLEJBUSY S TRAKŇOU BATÉRIOU**
  - dobíjanie vo vozovni a počas jazdy „pod trolejových vedením“
  - nie je potrebná samostatná infraštruktúra na nabíjanie
  - dojazd na batérie do 20 km
  - nabíjací výkon do 100 kW

Práve spôsob dobíjania (režim prevádzky) je jednou z okrajových podmienok pre obstarávanie elektrobusev. Tu je treba rozhodnutie, či vozidlá budú nabíjané iba vo vozovni spôsobom dlhodobého nabíjania, alebo okrem nabíjania vo vozovni budú vozidlá dobíjané na trati v miestach poskytovania pracovných, resp. technologických prestávok rýchlonabíjačkami. V každom prípade je nutné vozovne vybaviť technickou infraštruktúrou pre zabezpečenie nabíjania týchto vozidiel a v prípade dobíjania počas prevádzky na trati ďalšou technológiou pre rýchle nabíjanie. Pri zabezpečení prevádzky s rýchlym dobíjaním na konečných je nutné po príchode do vozovne zabezpečiť aj pomalé nabíjanie (formátovanie batérií).

### 1.1 Nabíjanie vozidiel iba vo vozovniach (pomalé dobíjanie)

Prvým spôsobom prevádzkovania elektrobusev je ich prevádzka na jednorazové nabitie pomalým dobíjaním vo vozovni, kde je príslušná infraštruktúra nabíjačiek a samozrejme prívod elektrickej energie pre požadovaný inštalovaný výkon nabíjačiek. Tu je nutné v prvom rade rieši problematiku dostatočného výkonu trafostanice, kapacity napájacích káblov a odberových diagramov (výšky štvrt hodinového  $KW_{max}$ ) s dodávateľom elektrickej energie s možnými novými zmluvami pre tieto vyššie odbory elektrickej energie. Pri nezohľadnení týchto podmienok hrozí, že nakúpené elektrobusey nebude kde nabíjať. Inak toto je aj hrozba pri vysokom nasadení elektromobilov do miest, kde v súčasnej dobe sledujeme, **že sa touto problematikou nikto nezaobrá.**

Následná prevádzka týchto vozidiel na toto jedno nabitie na danej linke je limitovaná dojazdom, ktoré určí kapacita batérií (jazda, osvetlenie, vykurovanie, resp. klimatizácia). Toto určuje priamo dané linky, kde je možné tieto elektrobuses využívať:

- vozidlá nasadzované na delené zmeny, resp. krátke celodenné zmeny s denným kilometrickým priebehom do cca 120 až 150 km, vozidlá nie sú počas zmeny dobíjané (nie sú na konečných vybudované rýchlonabíjacie stanice)
- negatívom je aj vysoká hmotnosť vozidla - hmotnosť batérií, ktorá následne určuje maximálnu obsaditeľnosť vzhľadom na jeho nápravové tlaky.

## 1.2 Nabíjanie vozidiel vo vozovniach (nočné pomalé dobíjanie) a dobíjanie na konečných počas prestávok (rýchle dobíjanie)

Pre prevádzku elektrobuses je výhodnejší kombinovaný spôsob ich dobíjania a to s pomalým dobíjaním počas odstavenia vo vozovni (v noci) a rýchlym dobíjaním počas prestávok na linke. V tomto prípade musí byť vo vozovni príslušná infraštruktúra - nabíjacie stanice pre pomalé nabíjanie a na miestach prestávok musia byť infraštruktúra pre rýchle nabíjanie a samozrejme opäť s prívodom elektrickej energie s požadovaným inštalovaným výkonom pre jednotlivé nabíjacie zariadenia. Pri tomto spôsobe je už možné lepšie využitie týchto vozidiel s batériovým pohonom, ale negatívom je „napriek rýchlemu nabíjaniu“ čas tohto nabíjania cca 1% za jednu minútu, čo znamená, že vozidlo stojí na konečnej pri nabíjaní cca 20 až 30 minút. Tento čas predstavuje výpravu minimálne jedného ďalšieho vozidla pre zabezpečenie stanoveného intervalu linky:

- vozidlá môžu byť nasadzované na celodenné zmeny s denným kilometrickým priebehom 300 až 400 km,
- vozidlo je počas zmeny dobíjané (na konečných sú vybudované rýchlonabíjacie stanice), kde sa vozidlo 4 až 5 krát za zmenu dobíja (dobitie počas prestávky na cca 80% kapacity batérií),
- v noci sa vozidlo vo vozovni dobíja pomalým dobíjaním (formátovanie batérií),
- vozidlá sú ľahšie a tým môžu mať vyššiu obsaditeľnosť.

## 2. Technické podmienky dobíjania vozidiel

Po určení okrajovej podmienky týkajúcej sa spôsobu dobíjania vozidiel je nutné určiť u týchto vozidiel, ktoré sa budú dobíjať v rámci prestávok na konečných technický spôsob takéhoto dobíjania. Tu sú opäť viaceré možnosti, ktoré už aj v súčasnej dobe reálne niektorí dopravcovia používajú (skúšajú):

- dobíjacím ramenom s automatickým spojením ramena s zariadením umiestneným na vozidle
- dvojpolovým pantografom, ktorý sa pripája na dvojstopové trolejbusové vedenie buď v rámci trolejbusových tratí, resp. samostatne vybudované krátke „slepé“ trolejbusové vedenie
- zariadením - dobíjacou stanicou vo vozovni, kde je možné použiť oba predchádzajúce spôsoby, resp. pohyblivým prívodom z dobíjacej stanice k jednotlivým vozidlám
- pri vyhľadávaní vhodných dopravných prostriedkov sa okrem klasických elektrobuses (s jednorazovým nabíjaním, alebo s nabíjaním počas prestávok opäť dostávajú do pozornosti trolejbusy s trakčnou batériou (parciálne trolejbusy) Tieto vozidlá odstraňujú nevýhody prevádzky trolejbusov s pomocným dieselovým pohonom (dve prevádzkové médiá, horšie jazdné vlastnosti). Takéto vozidlá už obstarávajú viaceré európske dopravné podniky (v ČR prakticky všetky mestá s trolejbusovou dopravou), medzi ktoré by sa mohla zaradiť aj Bratislava.

### 3. Možnosti prevádzky „elektrobusov“ v podmienkach Bratislavy

V súčasnej dobe obstarávacie náklady sú až o cca 50% až 100% vyššie oproti adekvátnemu dieselovému vozidlu, ktoré prevyšujú úspory, ktoré by pri prevádzke týchto vozidiel vznikli. Dopravný podnik už obstaral prvých 18 ks elektrobusov s prostriedkov fondov európskej únie. Okrem toho bol spracovaný a Mestským zastupiteľstvom schválený „**Pilotný projekt nahradenia autobusov za trolejbusy s trakčnou batériou**“, kde v rámci súčasnej siete MHD je možné využitie trolejbusov s trakčnou batériou na nasledovných linkách s obstaraním 7 sólo a 10 kĺbových trolejbusov s trakčnou batériou za súčasného obmedzenia súbežnej autobusovej dopravy:

- predĺženie linky č. 205 na letisko M.R. Štefánika
- predĺženie linky č. 64 na Drotársku ulicu

Okrem dvoch liniek uvedených v predmetnom pilotnom projekte sa v rámci Bratislave javia aj ďalšie autobusové linky, ktoré by mohli byť zabezpečované trolejbusmi s trakčnou batériou ako napríklad:

- autobusová linka č. 61 - úsek hlavná stanica Trnavská - trolejbus a ďalej na letisko na batériový pohon
- autobusová linka č. 63 - nahradenie v plnom rozsahu takýmito vozidlami,
- predĺženie linky č. 209 do Ovsišta za súčasného zníženia kapacity autobusovej linky č. 68,
- predĺženie vybraných spojov linky č. 211 alebo linky č. 212 na Železnú studienku

#### Záver

Bratislava má pomerne dobre vybudovanú sieť elektrickej dopravy (električky a trolejbusy). V minulom období bola schválená nielen **Koncepcie rozvoja mestskej hromadnej dopravy v Bratislave na roky 2013-2025**, ale aj **Územný generel dopravy hlavného mesta SR Bratislavy**, ktorých obsahom je o.i. aj navrhovaný ďalší rozvoj električkových a trolejbusových tratí za účelom znižovania výkonov v autobusovej doprave za súčasného zvyšovania výkonov elektrickej (ekologickej) trakcie. Preto okrem rozvoja električkovej a trolejbusovej dopravy je potrebné do budúcnosti uvažovať aj s obstaraním **elektrobusov**, alebo **trolejbusov s trakčnou batériou**, ktoré by zabezpečovali dopravu namiesto klasických autobusov v oblastiach, kde s rozvojom dráhovej dopravy sa buď nepočíta, alebo do vybudovania nových trolejbusových tratí by zabezpečovali už elektrickú dopravu práve takéto vozidlá.