



NEW SOLUTIONS IN TRANSPORT

Brno 8. 10. 2013

Seminář „Elektrické autobusy pro město“

Blok 2: Provozní zkušenosti s elektrickými autobusy a představení konkrétních technologií

Pod záštitou:



Odborný garant:



Odborný partner:



Partneři semináře:



Další zkušenosti z ČR a zahraničí – Evropa a USA

Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services

Projekt „100 Bus Electrique“

- Příklad e-minibusů – typ vozidla, způsob nasazení a parametry ne plně srovnatelné s 12m e-busy
- Zkušební projekt ve Francii (data z IQ 2005): 18 měst, 70 malých a středních e-busů různých typů o kapacitě 22 – 55 sedících s různými trakčními bateriemi (Pb, Ni-Cd, ZEBRA) o kapacitě 42 – 160 kWh
- Provoz hlavně na krátkých okružních linkách v historických centrech a v kyvadlové dopravě; denní proběh cca 100 km
- Pb baterie: výměna během dne (5-6 min.); Ni-Cd baterie a ZEBRA: noční nabíjení, Ni-Cd i rychlodonabíjení na trase
- Aku hospodářství dodavatelsky
- Disponibilita 95 %
- Spotřeba 0,6 – 1,2 kWh/km
- Úspěšné v historických centrech, pro linkový provoz potřeba větší kapacity a delšího dojezdu



Foto: EdF

Zkušební provoz e-busů Solaris

- 12m a 8,9m verze e-busů Solaris Urbino dobíjených ze zásuvky
- Pohon Vossloh-Kiepe, Li-ion baterie 210/121 kWh
- Data z provozu v pěti evropských městech v roce 2012
- Najeto přes 5000 km, až 13% sklon
- Disponibilita přes 80 %, pouze ojedinělé poruchy
- Průměrná spotřeba 1,02 kWh/km (0,72 – 1,39 kWh/km)
- Průměrný dojezd na jedno nabití 120 – 130 km



Foto: Solaris

Elektrobusy v Turíně

- EPT - Cacciamali "Elfo": 7,48m elektrický midibus pro městský provoz o kapacitě 15 sedících a 22 stojících
- Olověné gelové baterie 200 V, indukční dobíjení IPT Charge od Conductix Wampfler: pevná část na konečných stanicích na vyznačených místech pod vozovkou
 - Pomalé dobíjení na 100 % kapacity přes noc v depu
 - Rychlé indukční dobíjení na konečných zastávkách: 60 kW během cca 7 minut, dobití o cca 10 až 15 % kapacity
 - Dobíjení na trase udržuje nabití baterií na cca 80 %
 - Účinnost indukčního dobíjení: 95 %
 - Indukční cívka na vozidle snižuje světlovou výšku
- 23 vozidel na dvou 7km linkách MHD v Turíně od 2003
- Průměrná spotřeba 0,95 kWh/km
- Oproti srovnatelnému dieselu dvojnásobná cena + náklady infrastruktury, ale 20% úspora nákladů na údržbu a o 20 % delší životnost



Foto: Conductix-Wampfler

Další systém indukčního dobíjení e-busů

- **Indukční dobíjení Bombardier PRIMOVE** (aktuální informace na www.proelektrotechniky.cz)
 - Zkoušeno v Mannheimu a v Braunschweigu, do plného provozu s cestujícími od 12/2013 v Braunschweigu na lince M19 – 12 km
 - Stejný princip jako v Turíně, ale využití pro 12m a 18m elektrobusy
 - Přenášený výkon 200 kW + pomalé dobíjení ze zásuvky 32 kW
 - Pevná část pod vozovkou, chlazení ve sloupku
 - Indukční dobíjení na konečné během 10 min. pobytu – dostatek energie pro celou trasu; 18m e-bus též dvakrát několik vteřin na mezilehlých zastávkách
 - Schváleno TÜV Süd pro provoz na veřejných komunikacích
 - Součást projektu Emil (podrobnosti v bloku 3)



Foto: Bombardier

FC-busy SunLine TA (USA)

- 2 typy 12m fc-busů (palivový článek):
 - a) New Flyer: 150 kW FC, Li-Ion baterie 47 kWh
 - b) Eldorado National: 159 kW FC, Li-Ion baterie 11 kWh; (údaje a/b)
- Linkový provoz FC busů průběžně od 2006, data z 2010 – 2012
- Dojezd na jedno naplnění nádrže: 460/560 km
- Disponibilita 62/71 %, nejčastěji problémy s trakčními bateriemi; FC nejméně poruch (20 %)
- Spotřeba 9,8/9 kg/100 km (diesel ekvivalent 33/30 l/100 km)
- Cena vozidla: 1,2 mil. \$ – 24 mil. Kč (New Flyer)
- Kalkulace celk. nákladů: 4,82 \$ – 96,40 Kč/km (New Flyer)



Foto: SunLine Transit Agency

Projekt TriHyBus

- Prototyp fc-busu založený na 12m typu Irisbus Citelis, kapacita 96 cestujících – demonstrační projekt EU, vedoucí UJV Řež, trakce a integrace Škoda Electric
- Trojitě hybridní koncepce: 50 kW FC, Li-Ion baterie 26 kWh, kapacitory 1 kWh – 200 kW rozjezd, 300 kW brzdění
- Demonstrační jízdy a provoz s cestujícími na linkách MHD Neratovice; zahájení projektu 2008, data z období 2012 – 13
- Dojezd na jedno naplnění nádrže: 275 km
- Disponibilita vozidla: 90 %, ve sledovaném období jediná porucha: brzdový pedál
- Problém H₂ infrastruktury: zjištěna závada, dlouhé čekání na odstranění
- Spotřeba 7,75 kg/100 km (diesel ekvivalent 20 l/100 km)
- Celkové náklady projektu: 83,6 mil. Kč, z toho 25 mil. Kč infrastruktura a 58,6 mil. Kč vývoj a dodání vozidla
- Trojitě hybridní konstrukce: max. efektivnost pro provoz MHD, přesto nejistá další budoucnost projektu



Diesel hybridy v Londýně

- 207 diesel hybridních autobusů různých koncepcí od různých výrobců; převážně Li-Ion baterie
 - a) zkušební park: 12m standardní i patrové
 - b) park Green Bus Fund – nejspolehlivější typy (Alexander Dennis Limited a Volvo): patrové
- 7 dopravců na 16 linkách MHD
- Data z období 9 – 12/2012
- Disponibilita:
 - zkušební park 87 % (rozpětí 36 – 99 %)
 - Green Bus Fund 99 %
- Podíl poruch hybridního systému: 4 – 78 %
- Spotřeba paliva 21,4 – 55 l/100 km (rozdíly standardní/patrový bus)
- Průměrná úspora nafty hybridní konstrukcí: 30 %
- Rozdíly podle výrobců, ne podle koncepcí (sériový-paralelní hybrid)
- Úspěch hybridních autobusů: na rok 2016 v plánu 20 % voz. parku



Foto: Transport for London

Zkušební provoz diesel hybridů v ČR

- Hybridní autobus Volvo 7700, kapacita 95 cestujících; paralelní hybrid, Li-Ion baterie 1,2 kWh
- Zkušební provoz
 - a) MHD Praha (zatížená linka v centru)
 - b) MHD Chomutov (příměstský provoz v kopcovitém terénu); (údaje a/b)
- Data z června/září 2012
- Disponibilita: 88 % (drobné mech. závady a nehody)
- Disponibilita hybridního pohonu: 100 %
- Spotřeba paliva: 30,4/30,6 l/100 km
- Průměrná úspora nafty hybridní konstrukcí: 28/20 % – větší efekt hybridu v městském režimu
- Demonstrována spolehlivost hybridu osvědčené konstrukce (3 roky sériová výroba)



Foto: Volvo Bus Corporation

Shrnutí

- Rychlý vývoj technologií na míru konkrétním podmínkám
- Nízká ekonomie z rozsahu vyžaduje dotace z veřejných zdrojů
- Neplatí zažité mýty o „prakticky nepoužitelných“ e-busech, „laboratorních“ fc-busech nebo „nespolehlivých“ diesel-hybridech – velmi záleží na
 - kvalitě konkrétního produktu od konkrétního výrobce
 - vhodnosti konkrétního produktu pro konkrétní podmínky
 - velikosti parku (čím menší, tím větší dopady drobných závad)
 - správném zhodnocení efektivity elektrických autobusů
 - dostupnosti finančních zdrojů a efektivní organizaci
- **O efektivity a financování bude 3. blok semináře**

Další informace

Otázky a komentáře k tématu, spolu s analýzami, studii a průzkumy v MHD a kolejové dopravě::

Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services

Tel. +420 323 631 119

Mobil: +420 777 078 602

E-mail: slavik.jakub@volny.cz;
info@proelektrotechniky.cz

Vývoj elektromobility a automatizace v dopravě:

www.proelektrotechniky.cz

Děkuji za pozornost! 😊