

* Elektrické autobusy pro město XII

* Co nového ve světě elektrických autobusů od minulé konference



Jakub Slavík

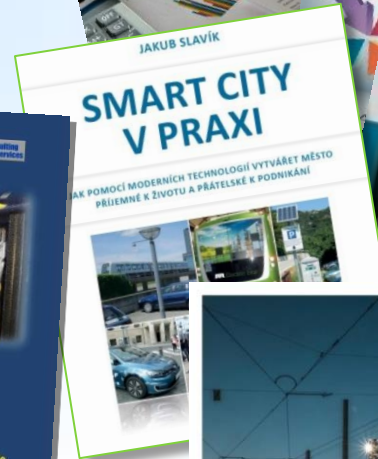
Praha,

22. listopadu 2023

**Consulting
Services**

* Stručně o nás

- Zázemí v dopravě, energetice, manažerském poradenství a vzdělávání manažerů (včetně čtyř odborných publikací zaměřených na manažerské vzdělávání techniků, řízení veřejných služeb a koncept smart city)
- Konzultační a vzdělávací služby pro městskou mobilitu a smart city „na obou stranách stolu“, vč. aktualizace „oficiální“ metodiky smart city (MMR ČR 2019) a analýzy strategií smart city pro MMR ČR (2020)
- Elektrické autobusy efektivně: metodická podpora elektrobusů s nezávislým zdrojem energie
- Uživatelé našich odborných služeb pro smart city a mobilitu: municipality, dopravci, ministerstva
- Manažerské poradenství a vzdělávání pro strategické a marketingové řízení podniků
- Portály www.smartcityvpraxi.cz a www.proelektrotechniky.cz
- Série odborných konferencí
 - Smart city v praxi
 - Elektrické autobusy pro město
 - ...a další vzdělávací akce



*Sledované vybrané oblasti

- Události v legislativě vztahující se k elektrickým autobusům
- Trendy vývoje trhu elektrických autobusů v EU
- Trendy a zajímavosti u vozidel a infrastruktury
 - Bateriové elektrobusy a hybridy
 - Palivočlánkové autobusy a téma vodík
 - Trolejbusy
- Další trendy a zajímavosti
 - Autonomní minibusy
 - Podpora informačními technologiemi
 - Alternativní obchodní modely

* Události v legislativě - shrnutí

- **Zákon č. 360/2022 Sb.** o podpoře nízkoemisních vozidel prostřednictvím zadávání veřejných zakázek a veřejných služeb v přepravě cestujících - minimální podíly nízkoemisních vozidel u autobusů v ZVZ, polovina z nich bezemisní
 - 41 % ode dne nabytí účinnosti tohoto zákona do 31. prosince 2025
 - 60 % od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2030
- **Rada EU, říjen 2023: obecný přístup k nařízení o nových emisních limitech CO₂ pro nákladní automobily a autobusy** - předpoklad:
 - Všechny nové městské autobusy budou povinně **plně bezemisní od roku 2035** (dřívější návrh počítal již s rokem 2030)
 - Průběžný cíl: **85 % bezemisních autobusů v roce 2030**
 - Nevztahuje se na meziměstské autobusy
- **Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 2023/1804** o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva a o zrušení směrnice 2014/94/EU (AFIR) - mj. požadavek na standardizaci nabíjecích rozhraní pro e-busy
 - a) AC dobíjecí body: alespoň konektory typu 2 dle EN 62196-2:2017
 - b) DC dobíjecí body: alespoň konektory typu Combo 2 dle EN 62196-3:2014
 - c) Automatizované kontaktní dobíjení: alespoň mech. a el. rozhraní dle EN 50696:2021
- **Návrh vyhlášky o Pravidlech trhu s elektřinou (ERÚ)** – oficiální nesouhlas SDP ČR
 - Předpoklad navýšení nákladů na distribuci elektřiny o desítky procent ročně
 - Znevýhodnění elektrifikované dopravy včetně městské



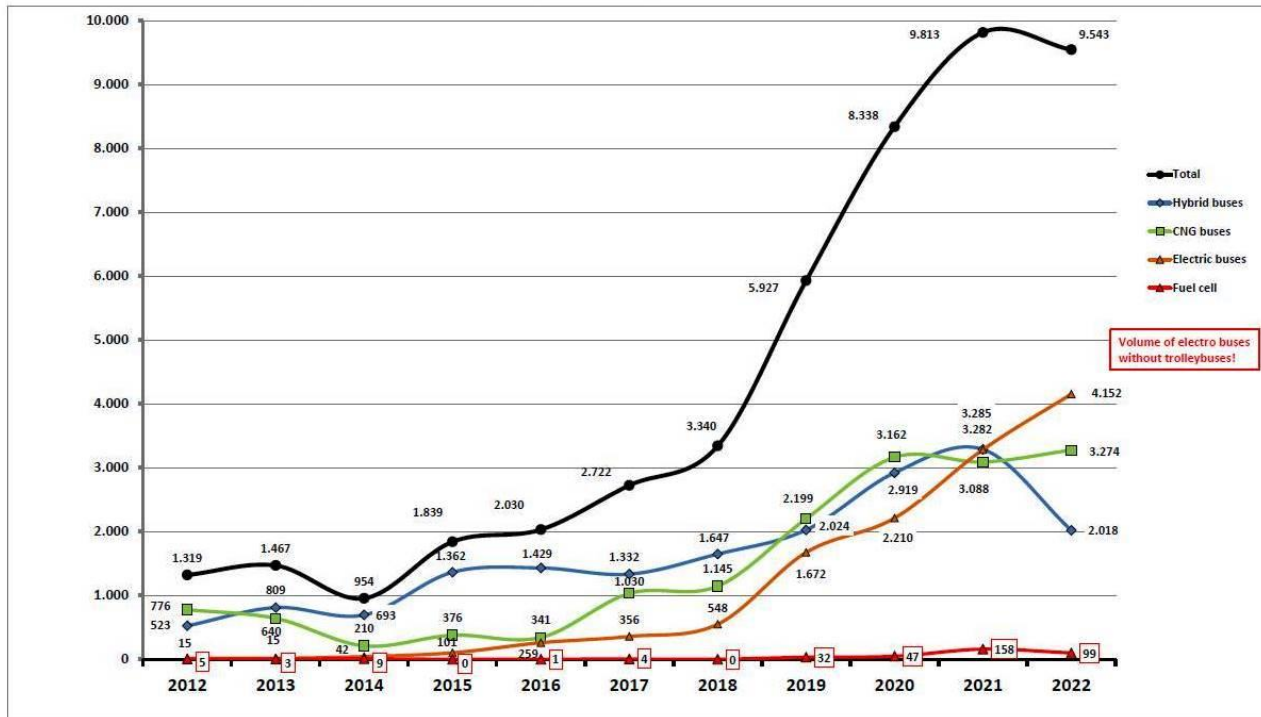
* Vývoj trhu (1)

Vývoj registrací nezávislých elektrických autobusů 2012-22

Development of Alternative Drivelines, GVW >8t

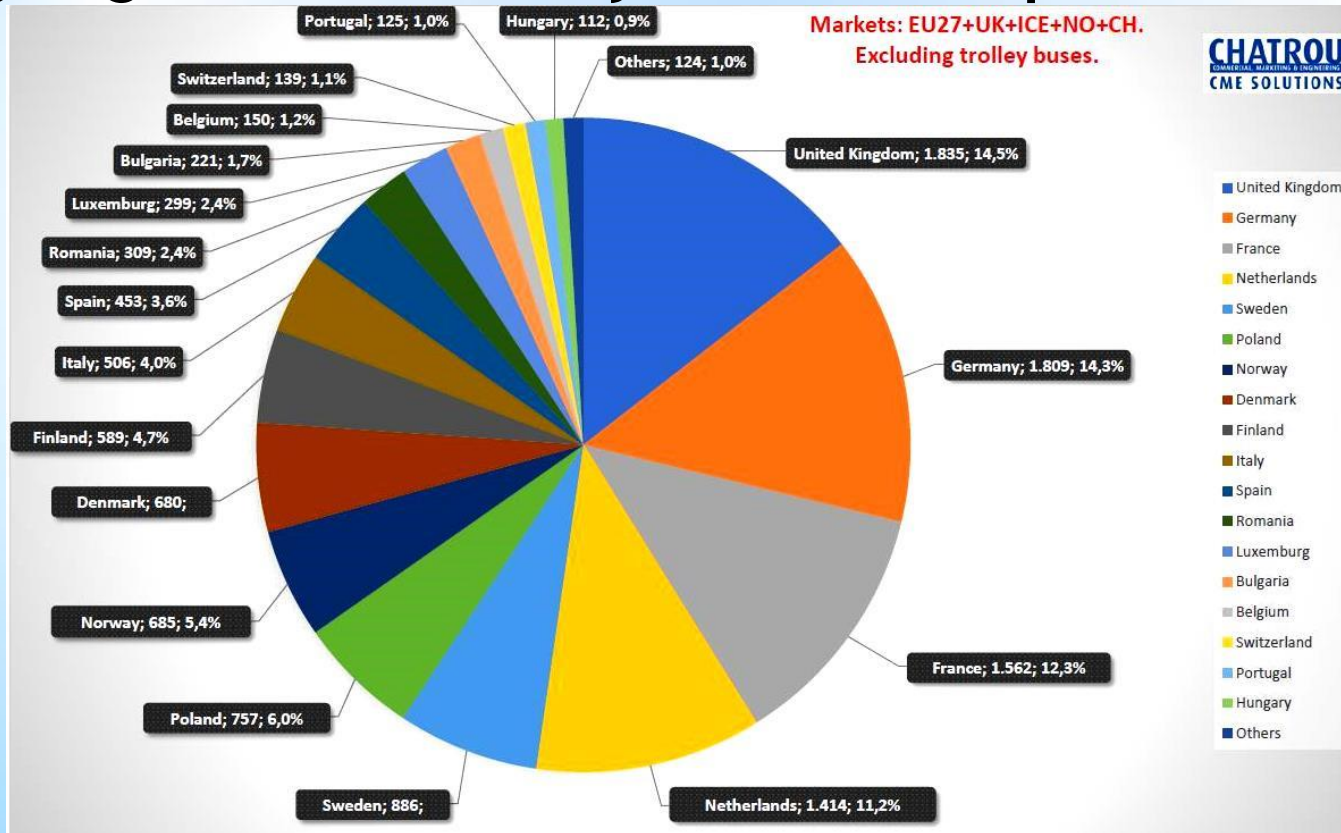
CHATROU
CME SOLUTIONS

Years 2012-2019: Western-Europe + Poland / Years 2020-2022: EU27+UK+ICE+NO+CH



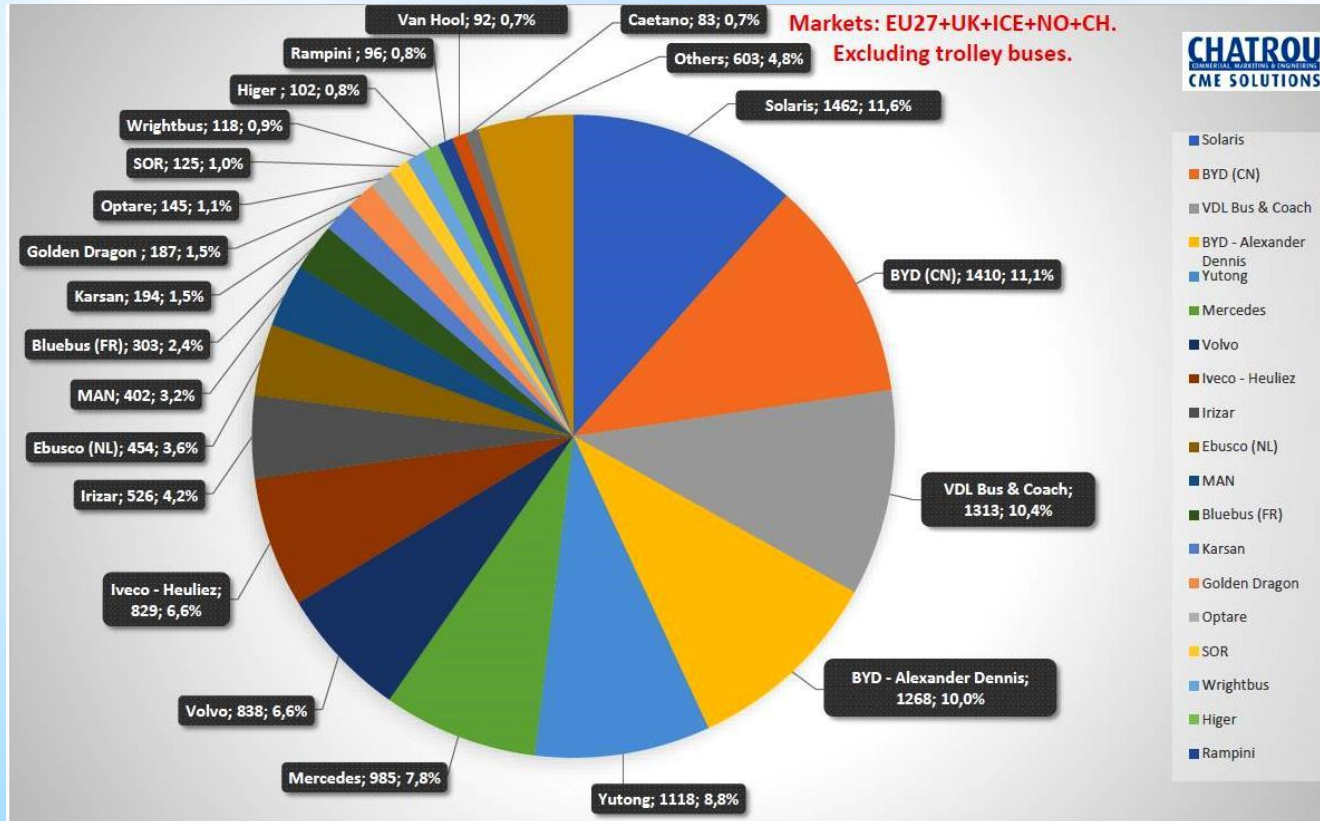
* Vývoj trhu (2)

Počty registrací elektrických autobusů podle zemí 2012-22



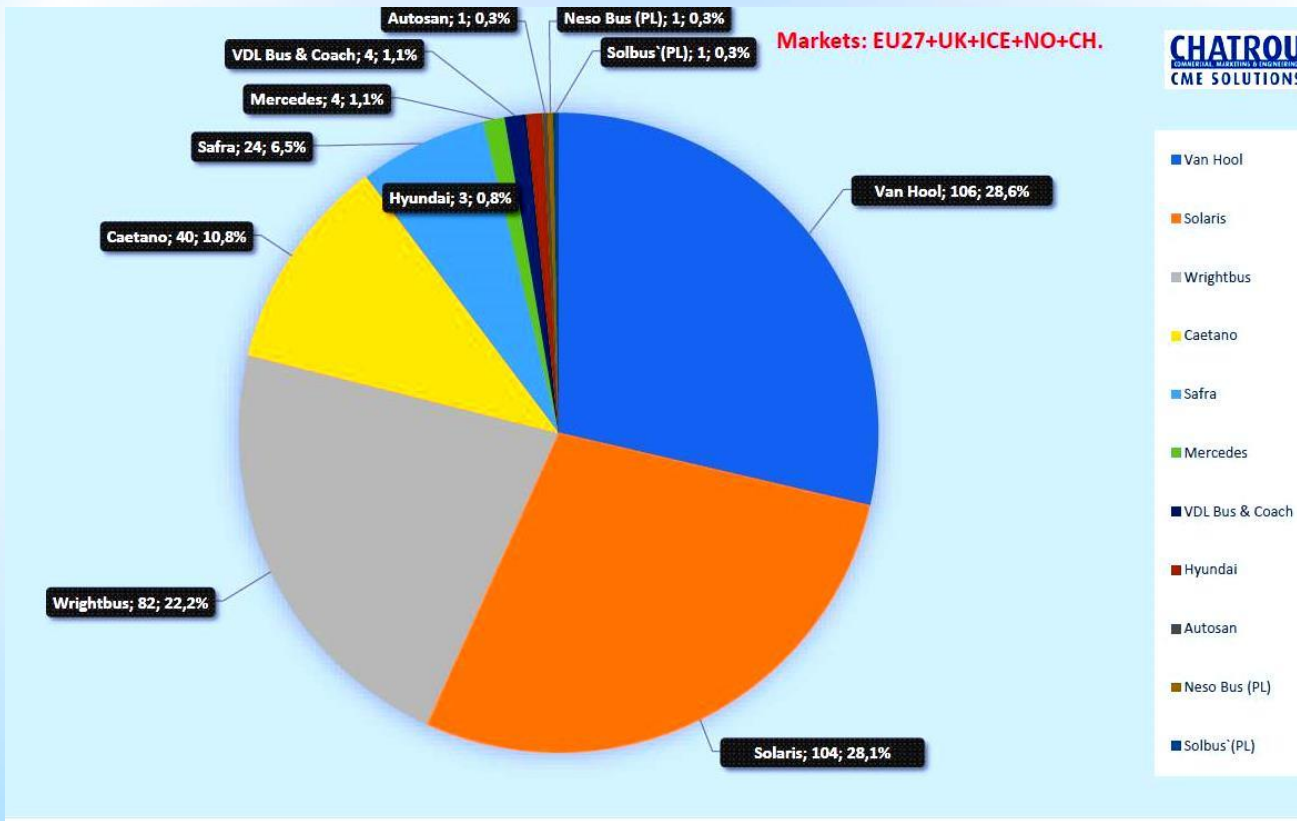
* Vývoj trhu (3)

Počty registrací elektrobusesů podle výrobců 2012-22



* Vývoj trhu (4)

Počty registrací fc-busů podle výrobců 2012-22



* Vývoj trhu (5)

- Poznámky a komentáře
 - Jde o registrace e-busů o hrubé hmotnosti nad 8 t do konce roku 2022
 - Další významný vývoj během roku 2023
 - Velké objednávky fc-busů, předstihující počty za celé sledované období (Solaris Itálie 220 FC-busů; Německo >50 fc-busů)
 - Existuje rozvinutý evropský trh elektrických autobusů s bateriemi i palivovými články pro městský provoz
 - **Nelze se odvolávat na diskriminující podmínky, vyžaduje-li zadavatel provozní zkušenosti**
→ u vodíku jsou provozní zkušenosti kritické s ohledem na bezpečnost
 - Elektrický pohon také do meziměstských e-busů, zatím v počátcích (Solaris, Van Hool)
 - Problém transferu výroby některých značek mimo Evropu, nejistý budoucí zájem o český trh (Volvo, Scania)
 - Zároveň noví hráči na českém trhu e-busů (Iveco)
 - Vedle toho rozvoj trolejbusů: vedoucí země Švýcarsko, Francie, Rakousko, Itálie, Polsko a ČR - nově objednávány řádově desítky vozidel



© Solarisbus.com

* Bateriové e-busy a hybridy

- Rozvíjejí se koncepce „nočního“ i průběžně dobíjeného autobusu
 - Žádná není významně převažující
 - Záleží na provozních požadavcích i místních zvyklostech
 - Cena baterie vs. náklady infrastruktury
 - Důraz na standardizaci nabíjecího rozhraní (viz AFIR)
- „Noční“ elektrobusy
 - Roste kapacita baterií - v některých případech >500 kWh
 - Spíše nové generace NMC baterií (nikl-mangan-kobalt) než solid state baterie - příliš citlivé na zacházení
- Ceny baterií - předpokládá se, že v roce 2023 dosáhly maxima
 - NMC: \$278/kWh (cca 6 700 Kč/kWh) - bez ceny pomocných zařízení v bateriovém packu *)
 - Ceny LFP o něco níže
- Elektrický pohon zůstává nejméně poruchovým zařízením
 - Problémy hlavně v mechanické části vozidla a v rozhraní člověk-stroj
- Zvětšují se e-busová depa - nabíjení i více než 100 e-busů současně: podpora ICT
- Diesel-hybridy: stále zájem jakožto o přechodovou technologii k plné elektrifikaci
 - „Česky šalamounské“ řešení se zásuvkou kvůli evropským dotacím



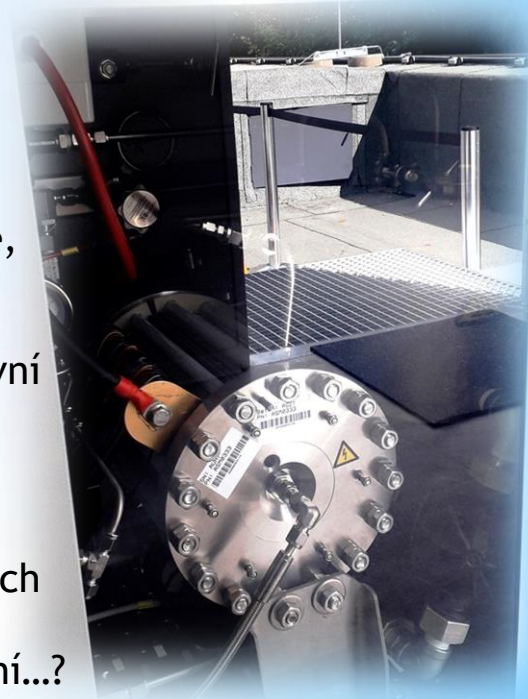
*Vodík (1)

- Zaplňuje se kategorie fc-midibusů (Rampini, Mobility & Innovation, Renault) a fc-kloubových autobusů (Solaris, Daimler)
- Také dálkové fc-busy: Irizar
- Vývoj fc jednotek směrem ke kompaktnosti a robustnosti
- Ekonomika - cena vodíku ve veřejných stanicích Orlen v ČR: zaváděcí cena 278 Kč/kg, aktuální cena 399 Kč/kg
 - Evropské projekty JIVE a JIVE 2: 100-300 Kč/kg)
 - Zjednodušený příklad: palivo/energie na 100 km autobusu:
 - nafta 40 l @ 40 Kč = 1600 Kč
 - vodík 9 kg @ 399 Kč = 3591 Kč (+124 %)
 - el. energie z baterií
160 kWh/0,85 @ 6 Kč/kWh = 1129 Kč (-30%)
 - Orlen: „**Ceny pohonných hmot na našich stanicích ani jejich tvorbu nekomentujeme.**”
 - Nepříznivý vliv ceny vodíku na ekonomiku provozu
 - Vysoké TCO, přestože pořizovací ceny e-busů a fc-busů se sblíží
 - Kalkulace StČ kraje - provozní náklady s odpisy více než trojnásobné oproti dieselu: FC bus = 140 Kč/km, diesel Euro 6 = 45 Kč/km



*Vodík (2)

- Trendem „zelený vodík“ v místě spotřeby - velmi propagován, ale má svá úskalí
 - Nevelká celková energetická účinnost *)
 - *Elektrolyzér+palivový článek: cca 25-30 %*
 - *Fotovoltaika+elektrolyzér+palivový článek: cca 5-10 %*
 - Nestálost OZE vs. spolehlivá zásoba pro natankování - nároky na zásobníky a související technická zařízení
 - Nutno stlačit, aby bylo možné tankovat - spotřeba energie, uhlíková stopa a hluk kompresoru
 - Zatím spíše ad hoc demonstrační projekty, třeba **komercializované a škálovatelné řešení** (nedávno avizován první projekt tohoto druhu v Napajedlech)
 - Podmínky spolufinancování plnicích a dobíjecích stanic pro veřejnou dopravu zároveň vyžadují dokument obsahující plán a závazné prohlášení, že nejpozději do 31. prosince 2035 bude podpořená infrastruktura dodávat výhradně vodík z obnovitelných zdrojů
 - Lze dnes zodpovědně předvídat ekonomiku takového řešení...?



*Vodík (3)

- Náklady na vodík a jeho infrastrukturou, včetně omezené dostupnosti „zeleného vodíku“, jsou překážkou rozvoje i pro některé nasazení palivočlánkových vlaků v zahraničí
 - Dolní Sasko - průkopník fc-vlaků v Německu: bateriové vlaky mají výrazně větší provozní efektivitu než fc-vlaky
- Spalování vodíku v zážehových motorech není i nadále rozvíjeno
 - Výrazně vyšší spotřeba vodíku - prokázal např. projekt CHIC v letech 2010-2016
 - cca 23 kg/100 km při spalování (provoz Berlín)
 - cca 9 kg/100 km v palivočlánkovém pohonu (průměr)
 - I zde vznikají oxidy dusíku (NO_x tj. NO a NO₂)
 - NO_x je zde výsledkem reakce mezi atomem kyslíku a molekulou vzdušného dusíku při vysokých teplotách (termické NO_x)



*Trolejbusy



- Renesance a další rozvoj
- Baterie se stávají standardem (zpravidla 50-60 kWh), dobíjení během jízdy i při stání
- Hlavní hráči na evropském trhu: Hess, Iveco Bus, Škoda Electric, Solaris Bus & Coach a Van Hool
- Využití zejména pro velkokapacitní přepravu (dvou- a tříčlánkové trolejbusy)
- Důležitá podmínka: prostupnost území pro trolejovou infrastrukturu
- Stále větší důraz na estetickou stránku infrastruktury
- Další zajímavosti v přednáškách DP Praha (renesance trolejbusů) a Politechnika Gdańska (IMC BRT)

* Další trendy a zajímavosti (1)

- **Autonomní minibusy**
 - Noví hráči na trhu (ZF, Aurrigo)
 - Zvětšování kapacity - ze 6 na 15 sedících
 - Testování provozu bez doprovodu, se vzdáleným dohledem
 - **Využití moderních ICT pro prediktivní údržbu**
 - Původ v kritických odvětvích z hlediska objemu a načasování údržby (energetika, těžba ropy)
 - Udržovat právě tehdy, když je třeba a když je na to čas
 - Vychází z provozních statistik a analýzy rizik (pravděpodobnost/velikost dopadu)
 - Moderní prediktivní údržba využívá „učící se“ systémy



* Další trendy a zajímavosti (2)

- Alternativní obchodní a provozní modely
 - „Elektrobus jako služba“ - pod jednou střechou (zpravidla ESCO)
 - Financování a plánování
 - Dodávka vozidel a infrastruktury
 - Dodávka „zelené“ energie
 - Dodávka souvisejících ICT
 - Následná údržba vozidel a zařízení
 - *Příklad: Partnerství Arriva Italia a Enel X GR v Římě*
 - Správa autobusů a t-busů jako full-service (*Škoda Group v Teplicích*)
 - Energetické služby pro e-busy: viz samostatná přednáška ČEZ ESCO
- Domácí trh e-busů: omezený okruh dodavatelů
 - Vývoj priorit u některých zahraničních výrobců
 - Zadávací podmínky nad rámec předpisů EHK OSN (např. předpis EHK OSN č. 107 - schvalování autobusů z hlediska konstrukce)
 - V dlouhodobém horizontu negativní dopad



*Shrnutí a závěry (1)

- Existuje rozvinutý trh městských elektrobusů ve všech kategoriích v EU - 2030 povinně 85 % nových busů MHD elektrických
- Střet „dotačního socialismu“ a tržního hospodářství
 - Investiční dotace pomohly nastartovat čistou mobilitu, ale od počátku deformují trh
 - Některé soukromé firmy mohou takto deformovaný trh vy(zne)užívat ve svůj prospěch
 - Klimaticko-politické cíle a požadavky administrativy místy předbíhají technickou a ekonomickou realitu
- Situaci dále zhoršuje „resortismus“ při podpoře čisté mobility
 - Výrazné vzájemné vymezování jednotlivých ministerstev a jejich konkrétních představitelů – role je důležitější než cíl
 - **Ve výsledku kontraproduktivní pro všechny zúčastněné**
 - Připravovaná vyhláška ERÚ o Pravidlech trhu s elektřinou – proti podpoře čisté mobility ve městech
- **Kdo zasahuje do trhu, měl by mu rozumět** – velmi žádoucí
 - Úzká mezíresortní spolupráce
 - Spolupráce s externími odborníky z praxe

* Shrnutí a závěry (2)

- Palivočláňkové autobusy a vodík – **ekonomická bariéra rozvoje**
 - **Vysoká tržní cena vodíku staví palivočláňkové pohony do role outsidera**
 - „Zelený vodík“ vyžaduje potřebné technické vybavení, komerčně životaschopné
 - **Energii nelze vyrobit, pouze měnit její formu**
 - „Obnovitelná“ energie je zdarma a nemá uhlíkovou stopu
 - **Totéž však neplatí pro zařízení na její přeměnu**
- Pokračující renesance trolejbusů díky bateriovým zásobníkům
- Autonomní minibusy: noví hráči, testování provozu bez průvodce
- Moderní ICT podporují moderní provozní postupy
- Energetické služby a alternativní obchodní modely - důležitá role energetických společností typu ESCO
- Omezený dodavatelský trh e-busů v ČR - problém do budoucna



*** Děkujeme za pozornost
a přežeme hodně úspěchů!**



**Ing. Jakub Slavík, MBA
Ing. Pavla Slavíková**

*Napadlo Vás něco „až poté“?

Ing. Jakub Slavík, MBA - Consulting Services

K Podjezdu 596/18

251 01 Říčany u Prahy

E-mail: jakub.slavik@smartcityvpraxi.cz

pavla.slavikova@smartcityvpraxi.cz