

TRENDY
EVROPSKÉ
DOPRAVY



EUROPEAN
TRANSPORT
TRENDS

Vývojové směry v e-mobilitě městské dopravy ve světě

Ing. Jakub Slavík, MBA - Consulting Services
provozovatel portálu




proelektrotechniky.cz
elektrotechnika pro odborníky

Praha
6. 6. 2013

Obsah prezentace

- E-mobilita MHD na silnici – trolejbusy, elektrobusy, hybridní autobusy: první výsledky studie „E-mobilita v MHD“
 - Porovnání se spalovacími motory – diesel, CNG
 - Vývojové trendy
 - Doporučení pro podporu z veřejných zdrojů
- E-mobilita MHD na kolejích – městské rychlodráhy a lehké tramvajové železnice
 - Trendy v technickém vývoji
 - Trendy v organizaci a financování
- E-mobilita MHD a smart grids
- Shrnutí

Studie „E-mobilita v MHD“ (1)

- Zpracoval: Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services
- Hlavní příjemce: Sdružení dopravních podniků ČR a jeho členové
- Cíl: seznámit se současným stavem a trendy vývoje elektrobusů, podnítit zájem dopravců, výrobců, škol a veřejných institucí o rozvojové projekty
- Mediální partner studie:
TOP EXPO CZ s.r.o.
- Plné znění bude publikováno na www.proelektrotechniky.cz a distribuováno zájemcům v září 2013, zde první výsledky



Studie „E-mobilita v MHD“ (2)

- **Partneři studie:**



ABB s.r.o.



Cegelec Praha a.s.



EVC Group s.r.o.



SOLARIS CZECH spol. s r. o.



SOR Libchavy spol. s r.o.



ŠKODA ELECTRIC

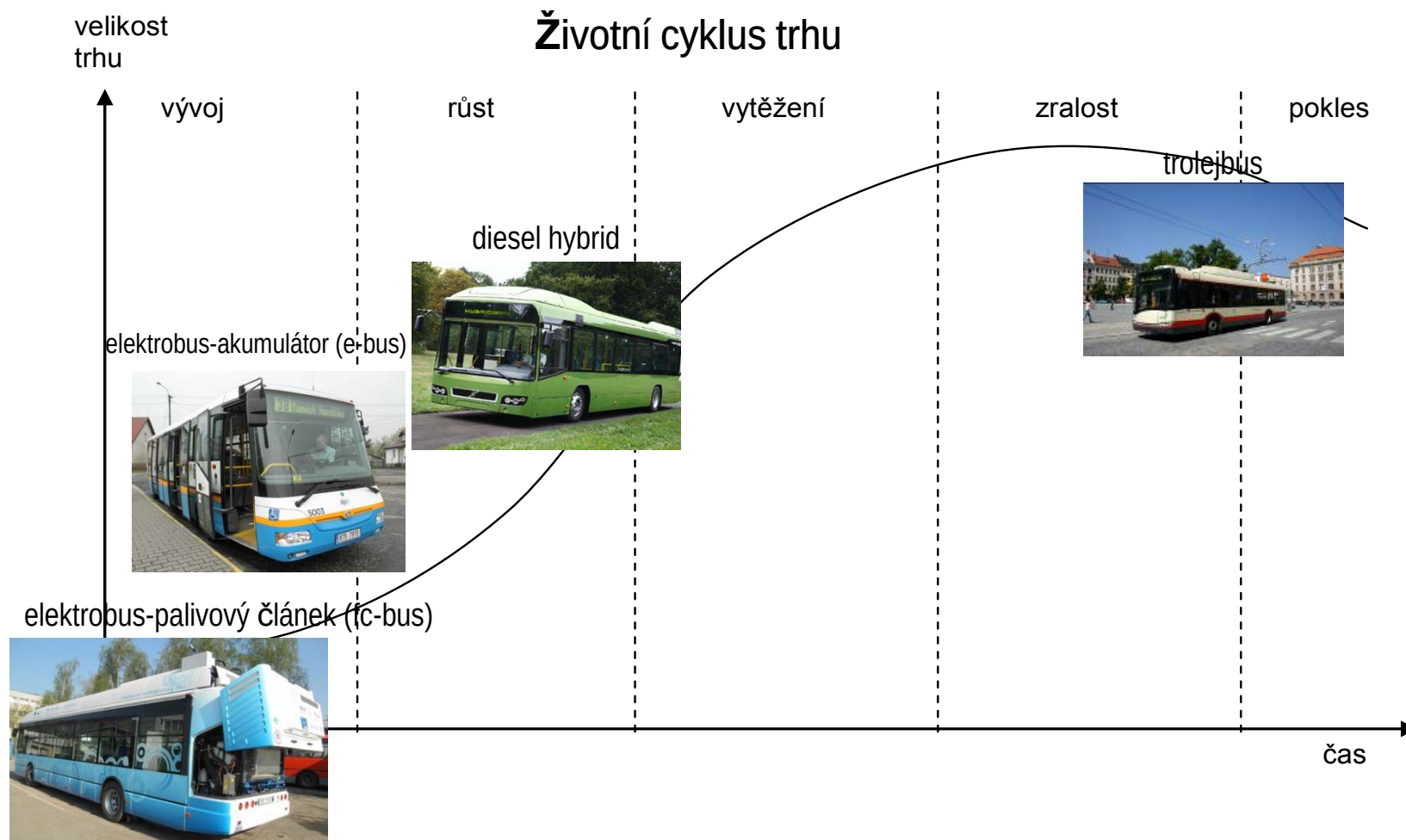
ŠKODA ELECTRIC a.s.



VOLVO Truck Czech s.r.o.

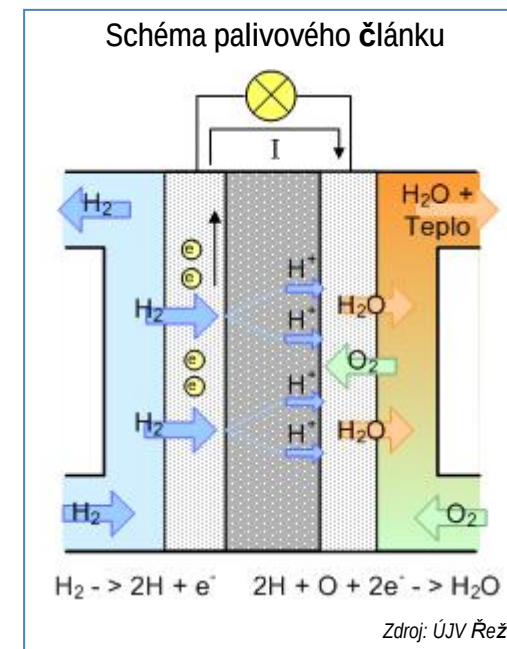
- **Zdroje informací:** zprávy a studie organizací Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking – FCH JU (EU) a National Renewable Energy Laboratory – NREL (USA), Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Národní spolek pro elektromobilitu a podporu moderních technologií, ČVUT Fakulta dopravní, Dopravní podnik Ostrava, EKOVA ELECTRIC a.s., ÚJV Řež, a. s. Dopravní podnik hl. m. Prahy, Transport for London, SunLine Transit Agency (USA), informace o zkušebních provozech od partnerů studie, publikované výstupy rozvojových projektů HyFleet:CUTE, 100 Bus Electriques a Trolley, odborná média: Proelektrotechniky.cz, FuelCellToday a Railway Gazette International

Studie „E-mobilita v MHD“ (3)



Studie „E-mobilita v MHD“ (4)

- Akumulátor: zpravidla lithium-iontové trakční baterie
 - Kapacita na celý den provozu: „noční elektrobusesy“
 - Nabíjené na trase (zásuvka, sběrač, indukční, „flash charging“): „oportunitní elektrobusesy“
- Palivový článek (fuel cell – FC):
 - Převládá PEM technologie
 - Palivový článek $\neq$ vodíkový pohon (jsou např. metanolové FC a vodíkové spalovací motory)
- Hybridní diesel:
 - Paralelní: diesel nebo elektromotor
 - Sériový: elektromotor, diesel dobíjí baterii
- Další dočasné zdroje elektrické energie: superkapacitor (osvědčený), jiné (např. elektromechanický setrvačnick)

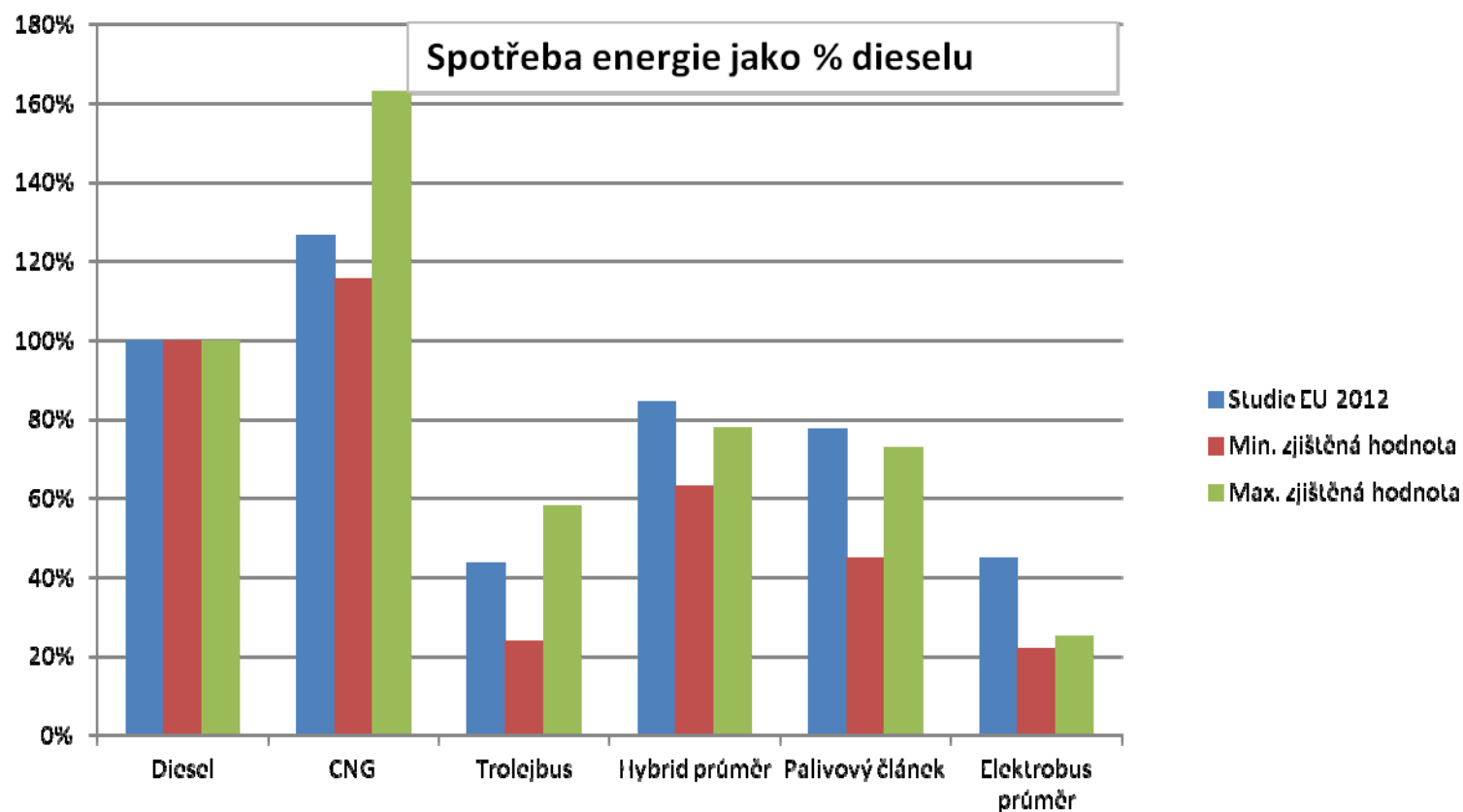


Studie „E-mobilita v MHD“ (5)

- Souhrnné poznatky ze zpracování studie
 - Orientace na standardní městské autobusy; e-minibusy: samostatný produkt s delší historií a specifickými podmínkami provozu
 - Údaje z provozu porovnány se souhrnnými údaji zprávy „Urban buses: alternative powertrains for Europe“ (FCH JU) – přístup „well-to-wheel“, „total cost of ownership“ – dále „Studie EU“
 - Liší se dílčí hodnoty (různé místní podmínky, různé metody kalkulace), ale základní vztahy mezi druhy pohonů a závěry pro budoucí vývoj se shodují:
 - Perspektivní směry vývoje: oportunitní e-bus, fc-bus (elektrobus s palivovými články)
 - Nejekologičtější ze současných produktů silniční MHD na rozvinutém trhu jsou trolejbusy a hybridní diesely
 - Technologie se rychle vyvíjejí: hybridní pohony, rychlonabíjení, palivové články a vodíkové technologie (PEM elektrolýza)
 - Velká variabilita řešení: autobus MHD je zařízení na přepravu cestujících podle jízdního řádu – třeba uzpůsobit požadavkům konkrétního přepravního trhu, ne naopak

Studie „E-mobilita v MHD“ (6)

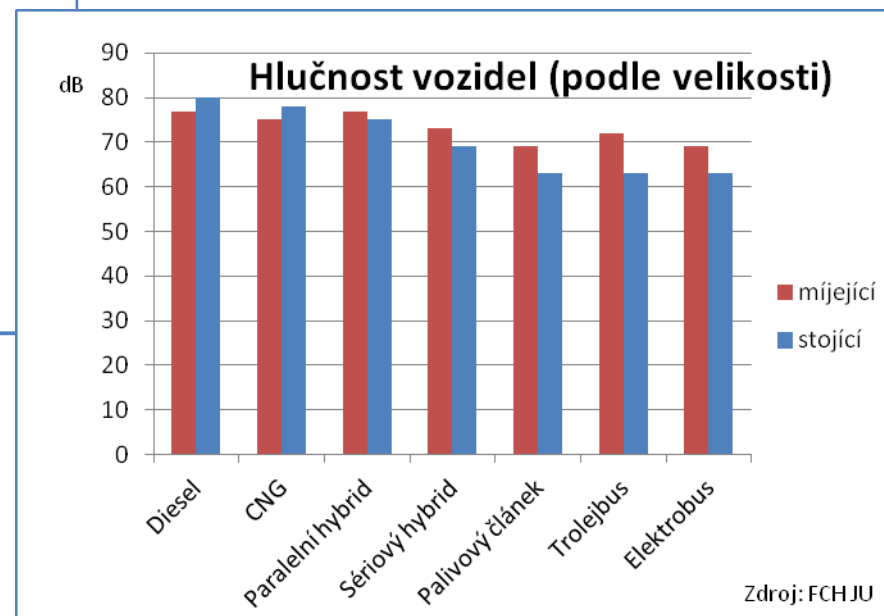
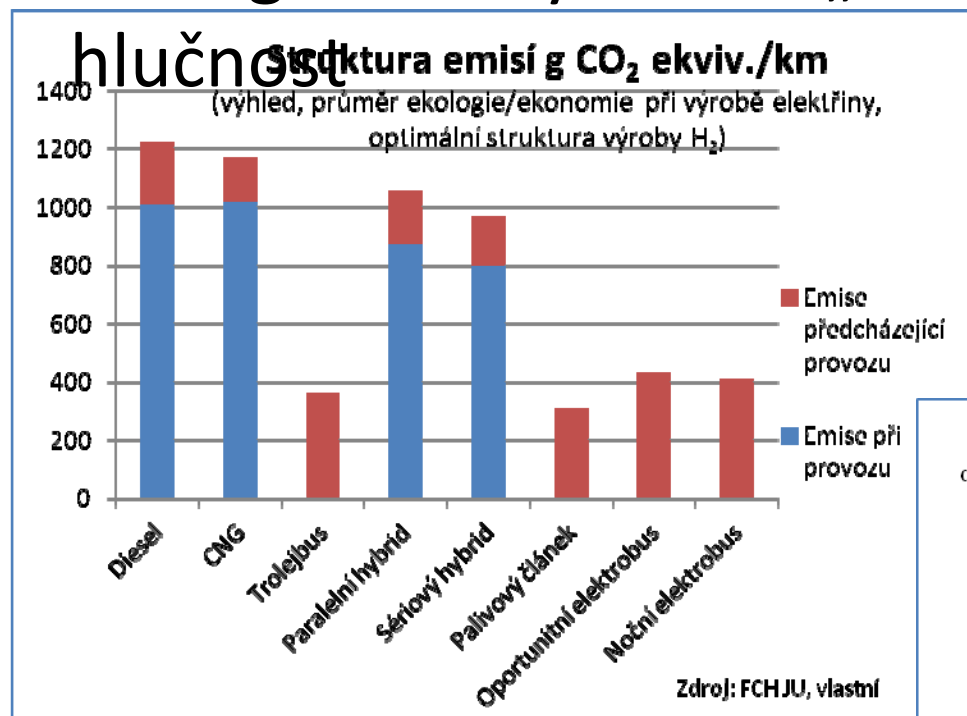
- Relativní spotřeba energie



Zdroj: FCHJU, ostatní, vlastní výpočty

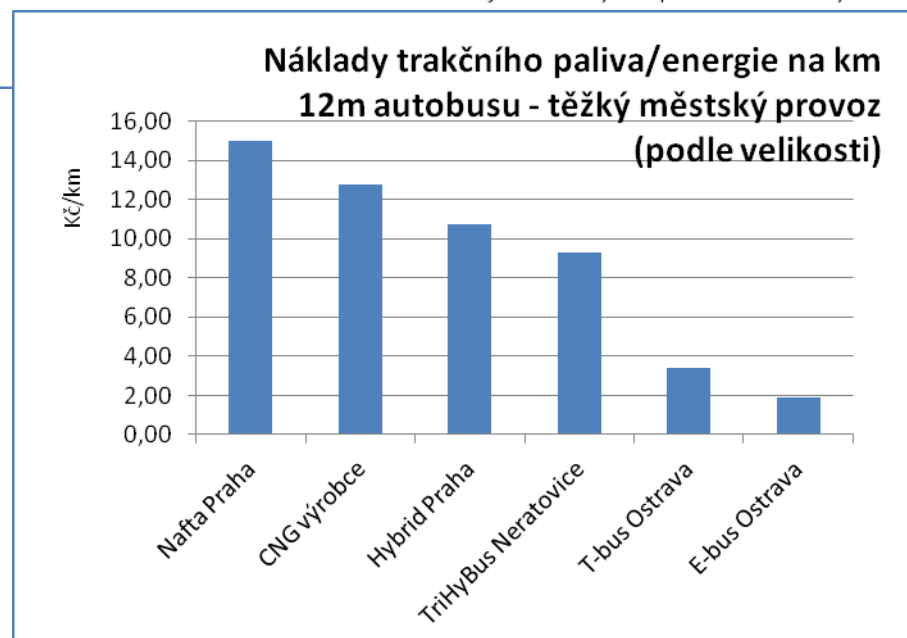
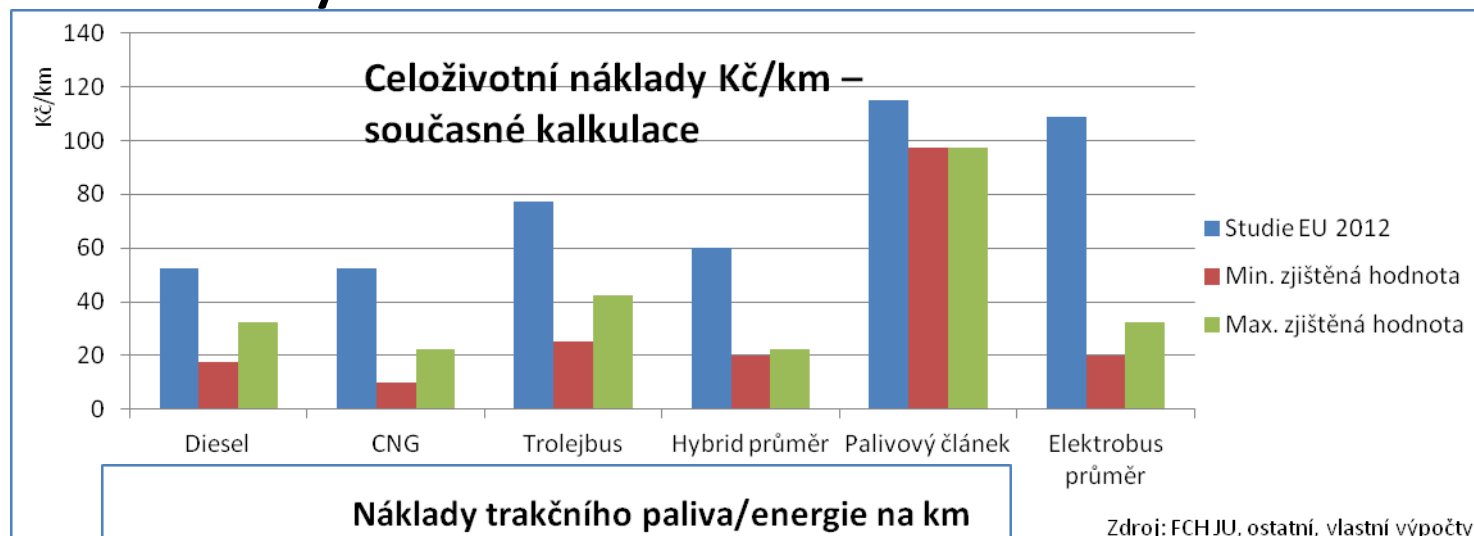
Studie „E-mobilita v MHD“ (7)

- Ekologické vlivy: emise „well-to-wheel“ a



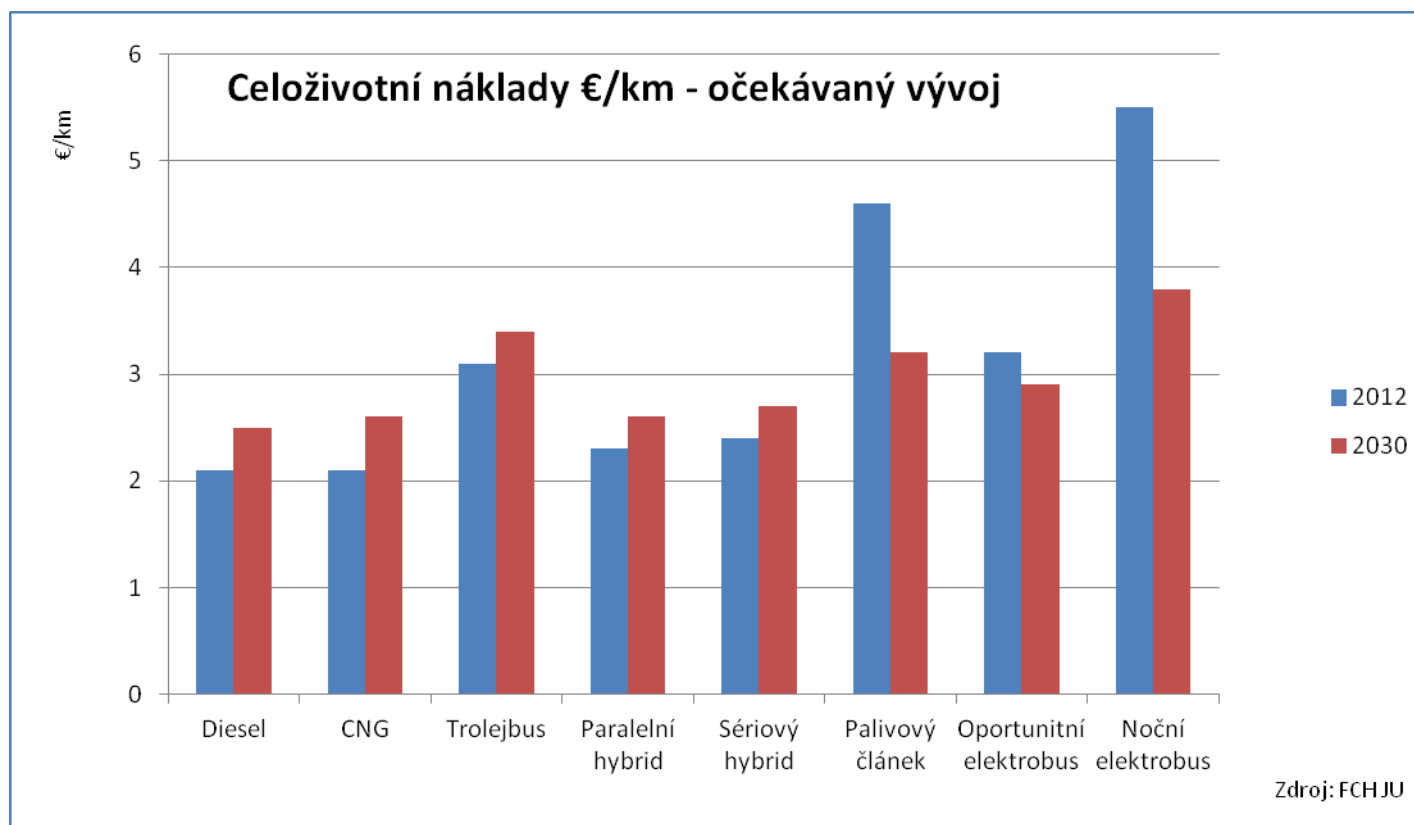
Studie „E-mobilita v MHD“ (8)

- Celkové náklady na km – současnost



Studie „E-mobilita v MHD“ (9)

- Celkové náklady na km – očekávaný vývoj

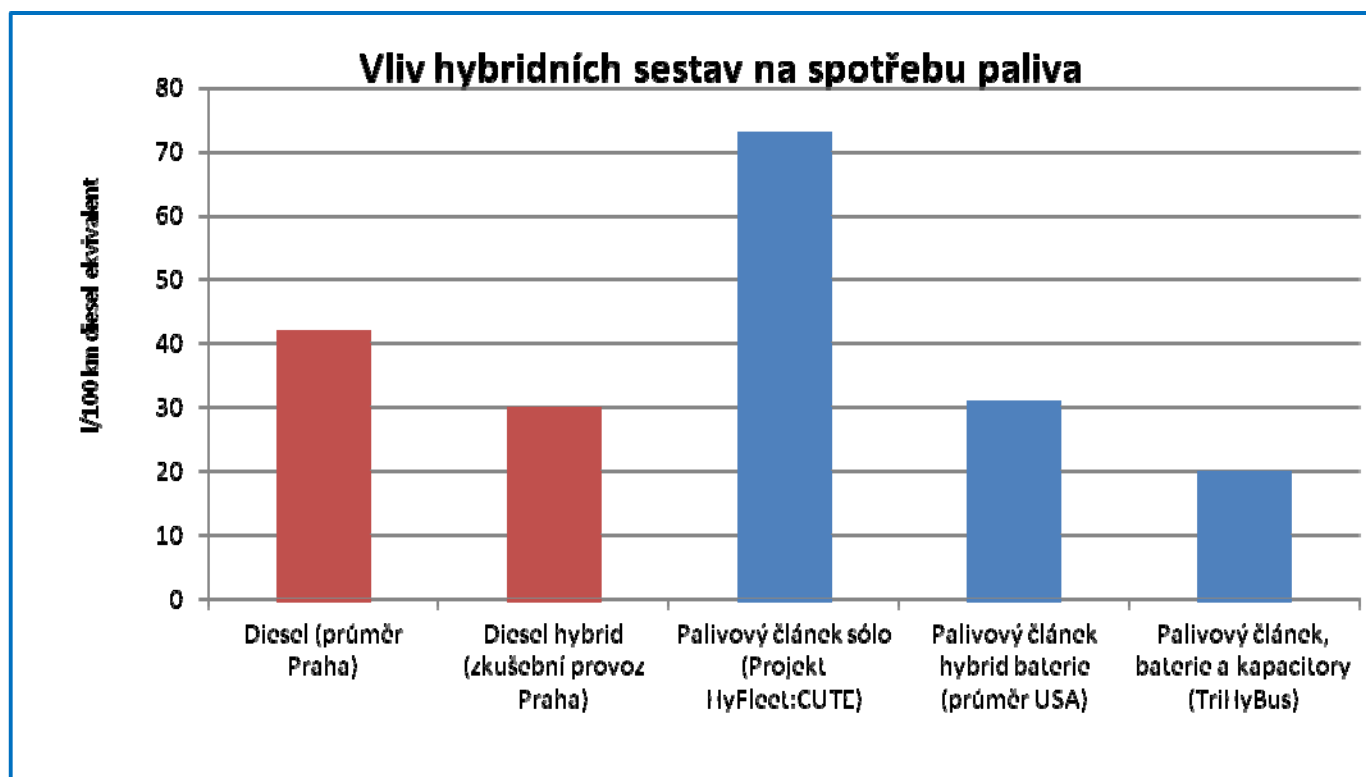


Studie „E-mobilita v MHD“ (10)

- Problémy a jejich řešení:
 - Trolejbus: **závislost na infrastruktuře = provozní omezení a velká finanční náročnost** → „catenary free operation“ (CFO) – provoz bez trolí v délce až několika km
 - Hybridní diesel: **více pohonů = vyšší cena a poruchovost** → **odzkoušená konstrukce = vysoká spolehlivost, nižší náklady na údržbu**
 - Akumulátorový elektrobus (e-bus): **omezený dojezd na jedno dobíjení baterií (max. 140 km), vyšší náklady na úkor obsaditelnosti i bezpečnosti** → přizpůsobení výkyvům v poptávce, dobíjení na trase – tzv. oportunitní elektrobus, vývoj trakčních baterií
 - Elektrobus s palivovými články (fc-bus): **nutnost vodíkové infrastruktury, vysoké pořizovací náklady** → vývoj technologií palivových článků a výroby vodíku

Studie „E-mobilita v MHD“ (11)

- Čas hospodařit s energií → **hybridní technologie**
- Náročné na systémovou integraci, ale vyplatí se



Studie „E-mobilita v MHD“ (12)

- Doporučené směřování podpory z veřejných rozpočtů:
 - **Produkty ve vývoji:** elektrobusy (e-busy a fc-busy)
 - **Oportunitní e-busy a fc-busy (palivový článěk) – nejperspektivnější směry technického vývoje ekologické silniční MHD**
 - podpora vývoje trakčních baterií, palivových článků a hybridních technologií v rámci výzkumných a vývojových projektů
 - motivace k vzniku veřejně soukromých projektů „univerzitní výzkum + výrobci technologií + dopravci“ se smíšeným financováním
 - finanční motivace dopravců k zapojení do rozvojových projektů
 - **nezbytnost konzistentních dat z reálného provozu pro vývoj technologií**
 - **Zavedené produkty na trhu:** trolejbus a hybridní diesel:
 - **Nejekologičtější z hotových produktů pro silniční MHD**
 - investiční dotace na ekologickou MHD, prostor pro fungování konkurence mezi výrobci

Studie „E-mobilita v MHD“ (13)

- Další podrobnosti a zkušenosti z případových studií v ČR a v zahraničí: **zítra na semináři Smart City**



Foto: SunLine Transit Agency

E-mobilita MHD na kolejích (1)

- Hlavní druhy systémů:
 - Městské rychlodráhy – podzemní a vyvýšené, kovová kola i pneumatiky
 - Lehké městské železnice tramvajového typu vedené na samostatném tělese a/nebo v ulicích
- Neosvědčuje se:
 - Hybridní systémy tramvaj-metro (Amsterdam)



E-mobilita MHD na kolejích (2)

- Trendy v technologiích
 - Bezobslužný provoz u městských rychlodrah (nyní přes 40 linek)
 - Větší přizpůsobivost výkyvům v poptávce po přepravě
 - Větší bezpečnost
 - Úspora mzdových nákladů
 - CBTC i kolejový obvod (např. systém od Ansaldo STS)
 - Zabezpečovací zařízení typu CBTC (communication based train control) pro provoz bez obsluhy i s obsluhou
 - pohyblivý blok: lepší využití kapacity dopravní cesty
 - RF přenos: úspora kabeláže
 - Nový trend: „vehicle-centric CBTC“ – Urbalis Fluence (Alstom), představen na Světovém kongresu UITP, Ženeva 2013



E-mobilita MHD na kolejích (3)

- Trendy v technologiích (pokračování)
 - Nástupištní stěny u rychlodrah: další systém, ale účinná prevence přerušení provozu kvůli pádům osob a věcí do kolejiště
 - Rekuperace do rozvodné sítě
 - „chytré“ napájecí stanice
 - CFO na dílčích úsecích tramvají, např. v historických centrech
 - Integrace „chytrých“ energetických, vozidlových a zabezpečovacích technologií do „stavebnicových“ rychlodrážních systémů (Alstom Axonis, až 40 % úspora trakční energie)
- Nároky na systémovou integraci (bezobslužné metro s CBTC: cca 500 systémových rozhraní)



E-mobilita MHD na kolejích (4)

- Trendy v organizaci a financování
 - Složitost a vzájemná provázanost systémů:
→ **dodávky na klíč** – celý projekt nebo jeho technologická část
 - Využití technologického a manažerského know-how soukromého sektoru
→ **dodavatelská údržba „full service“**, platební mechanismus založený na disponibilitě
→ **uplatnění konceptu PPP** typu DBFO/M (projektování, dodání, financování a údržba a/nebo provozování přepravy) – optimalizace investičních a provozních nákladů
 - Velká investiční náročnost a mnohostranné socioekonomické přínosy (životní prostředí, ceny pozemků, trh práce aj.)
→ **financování z více zdrojů** – municipalita, stát, vlastníci pozemků a developři

E-mobilita MHD na kolejích (5)

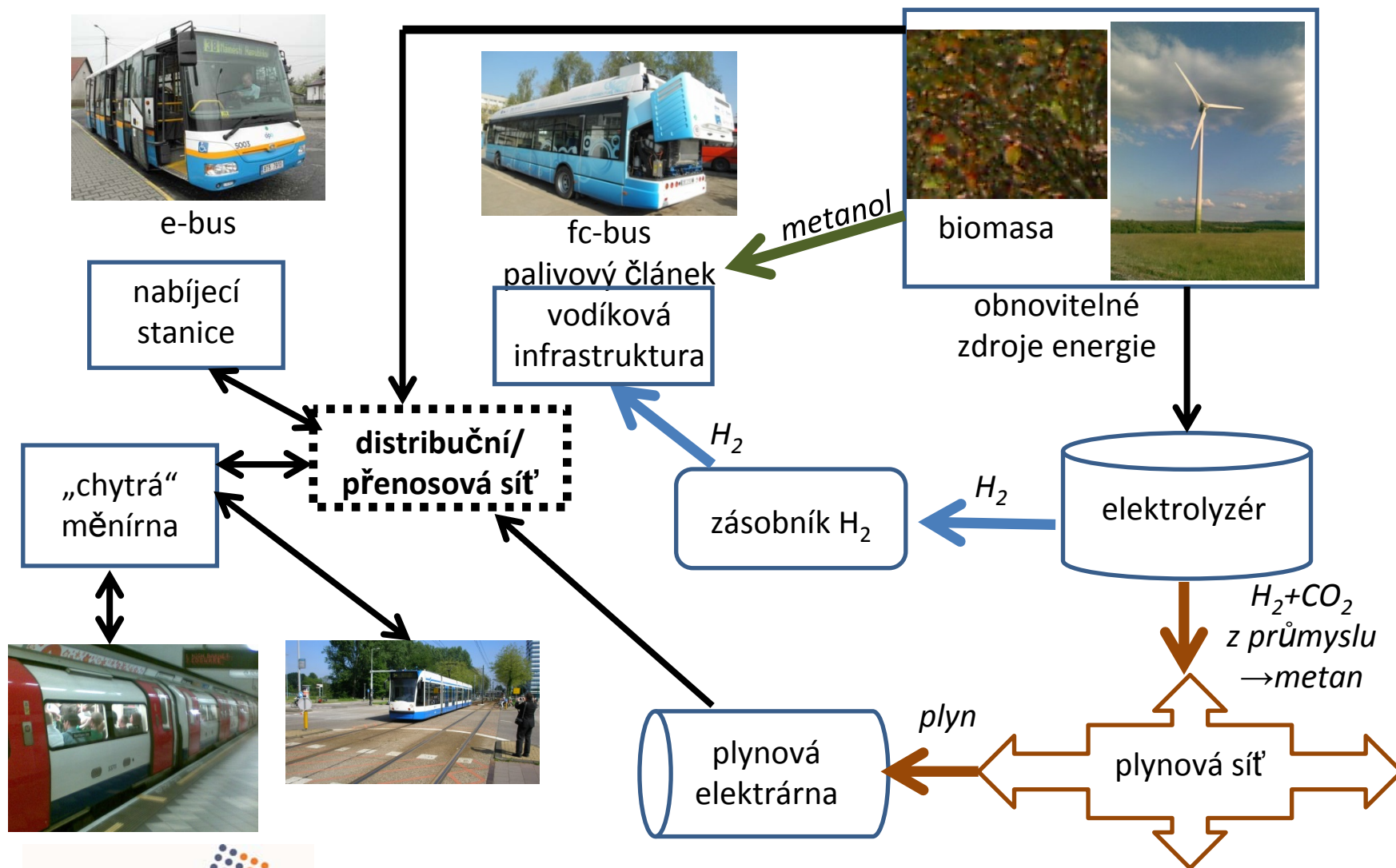
- Trendy v organizaci a financování (pokračování)
 - Neexistuje jediné ani „nejosvědčenější“ schéma PPP
 - Různé typy organizačních a finančních struktur včetně přímého zapojení městského dopravce do PPP
 - Velký podíl bankovního kapitálu na financování (>80 %)
- Příklad PMDP
 - Opravy a údržba vozidel MHD (tramvaje, trolejbusy, autobusy) dodavatelsky – sdružení „MHD Servis Plzeň“, od 2013 na 29 let
 - Součástí PPP vybudování nové dopravní základny 2014 – 2016 financované soukromým partnerem
 - Platby koncesionáři: postupná úhrada investice a poplatky (fixní a variabilní) za disponibilitu dopravních prostředků

E-mobilita MHD na kolejích (6)

- Příklad linky 5 metra Milán:
 - Financování: stát 50 %, město 10 %, koncesionář 40 %
 - 82 % bankovního kapitálu
 - 20% podílníkem koncesionáře městský dopravní podnik ATM
 - V provozu od 2013
- Příklad prodloužení tramvajové dráhy Luas Dublin:
 - Společný podnik Railway Procurement Agency a Citywest Luas Ltd. – sdružení vlastníků dotčených pozemků a podnikatelů
 - Soukromý kapitál: 55 %
 - V provozu od 2011



E-mobilita MHD a smart grids (1)



(Souběžně s toky médií probíhají obousměrně toky informací)

E-mobilita MHD a smart grids (2)

- Příklady konkrétních dílčích aplikací:
 - „Chytré“ měnírny – ABB Enviline (Pensylvánie, Lodž, Varšava)
Alstom HESOP (Paříž, Londýn)
 - Multistandardní nabíjecí stanice ABB s rozhraním pro smart grid
 - Evropské projekty „power-to-gas“: North Sea PowertoGas Platform, CO2RRECT, Ecoisland
 - Metanolové palivové články pro pohon vozidel: Serenergy (Dánsko)
- Cegelec: po uplynutí životnosti má trakční baterie stále 70 % kapacity; může být použita jako stacionární zdroj napojený na smart grid
- Podrobnosti a další informace na www.proelektrotechniky.cz

Shrnutí

- Elektrický pohon nejekologičtější v místě i „well-to-wheel“ – konkrétní hodnoty se různí podle zdrojů informací, relace mezi nimi se řádově příliš neliší
- Rychlý vývoj technologií v e-mobilitě, potenciál pro životní prostředí i trh
- V zahraničí úzká spolupráce výzkumné sféry, výrobců a dopravců – snaha co nejrychleji dostat nové produkty na běžný trh; v ČR zatím málo
- Potenciál pro podporu z veřejných zdrojů státu a EU:
 - Podpora výzkumu, vývoje a zkoušek v běžném provozu u produktů ve vývoji (elektrobusy a jejich součásti – trakční baterie, palivové články, hybridní systémy a jejich řízení) a u systémů smart grids
 - Dotace na ekologickou MHD u hotových produktů (metro, trolejbusy, tramvaje, hybridní autobusy)

Shrnutí (pokračování)

- Rozvoj e-MHD na kolejích: místo šetření za každou cenu a strategie „od voleb k volbám“ raději
 - dlouhodobý pohled na finanční a sociálně ekonomické účinky dopravního systému
 - kombinace finančních zdrojů
 - efektivní organizace investičních projektů

A dál?

Otázky, komentáře:

Ing. Jakub Slavík, MBA – Consulting Services

K podjezdu 596/18, 251 01 Říčany u Prahy

Tel. +420 323 631 119

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

info@proelektrotechniky.cz

Vývoj elektromobility a automatizace v dopravě:

www.proelektrotechniky.cz

Děkuji za pozornost! 😊