

České vysoké učení technické
v Praze



Fakulta dopravní

Katedra řídicí techniky a telematiky

Elektromobilita je systém

Zdeněk Votruba

votruba@iss.fd.cvut.cz



EKONOMICKÁ VÁHA OBORU

- **Energetická spotřeba dopravy** v rozvinutých zemích včetně ČR dosahuje přibližně **30% celkové spotřeby energie**.
- **Silniční doprava** se na energetické spotřebě dopravy v ČR podílí téměř **90%**.
- **POŽADAVKY**: Energie pro silniční dopravu má být **bezpečně skladovatelná s vysokou hmotnostní i objemovou hustotou**

EXPECTANCY - Očekávání změn

- V oblasti silniční dopravy dochází v současné době k řadě hlubokých změn. Ty jsou spojeny m.j. s konceptem tzv. **zelené energie** -komplexem faktorů, souvisejících s nutností uplatnění efektivnějších a životní prostředí méně ohrožujících zdrojů energie i způsobů jejího užívání.
- Důvodů k těmto změnám je řada a mají různou váhu.



Očekávání změn

Důvodů ke změnám je řada a mají různou váhu.

Kde tyto důvody NEJSOU:

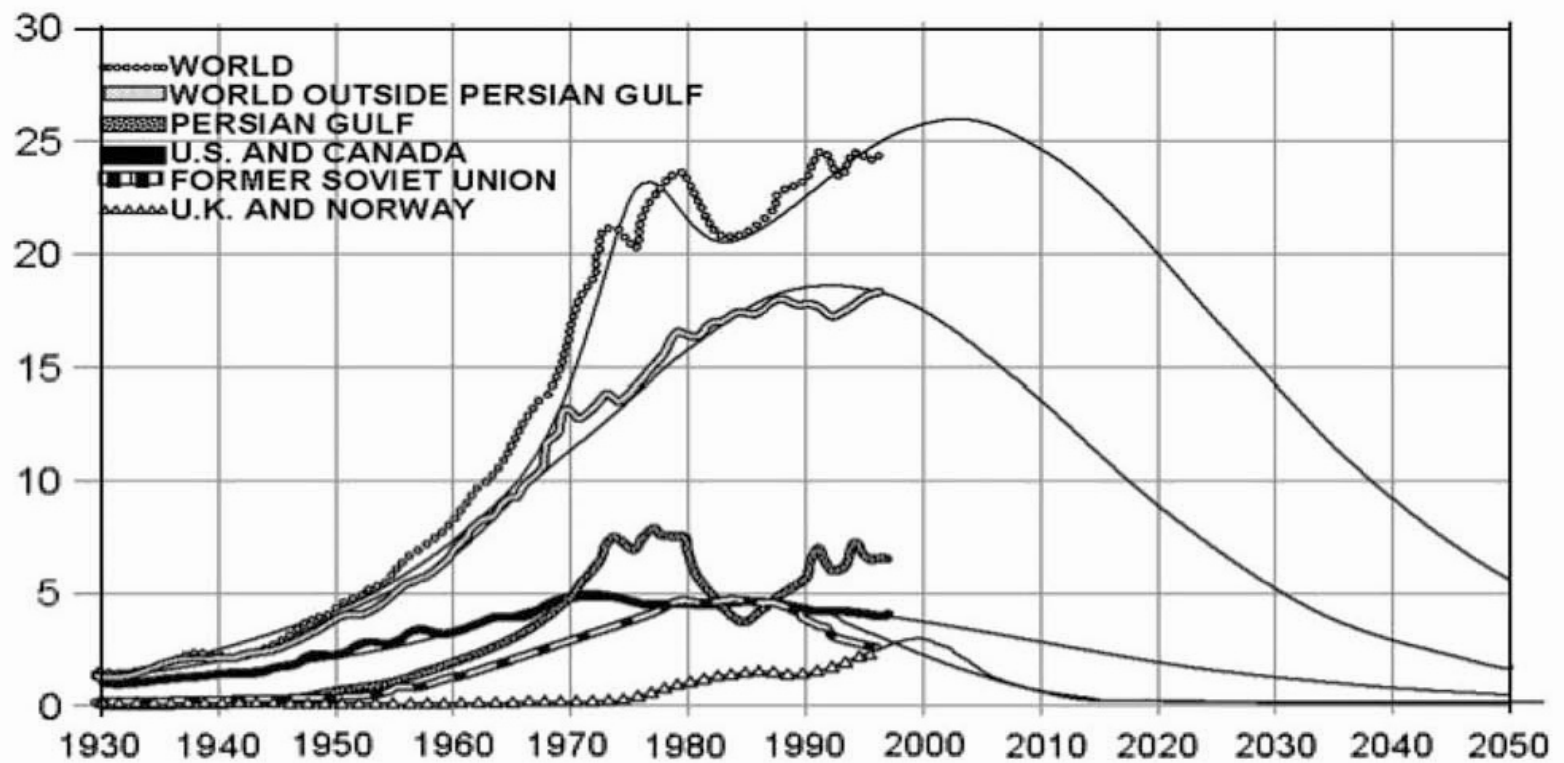
- **Nedochází** k odklonu lidí od osobní automobilové dopravy.
- Podíl **nákladní** automobilové dopravy **neklesá** s časem absolutně ani relativně. **PROČ?**
- Uživatelské vlastnosti automobilové dopravy se stále zlepšují, platí to o vozidlech, do jisté míry i o infrastruktuře.
- Podstatný vliv na osobní dopravu **nemá** ekonomická recese / krize.
- Skutečně vysokou nehodovost silniční dopravy mentálně, pomaleji již reálně, potlačujeme.



ZDROJE - Působící globální faktory

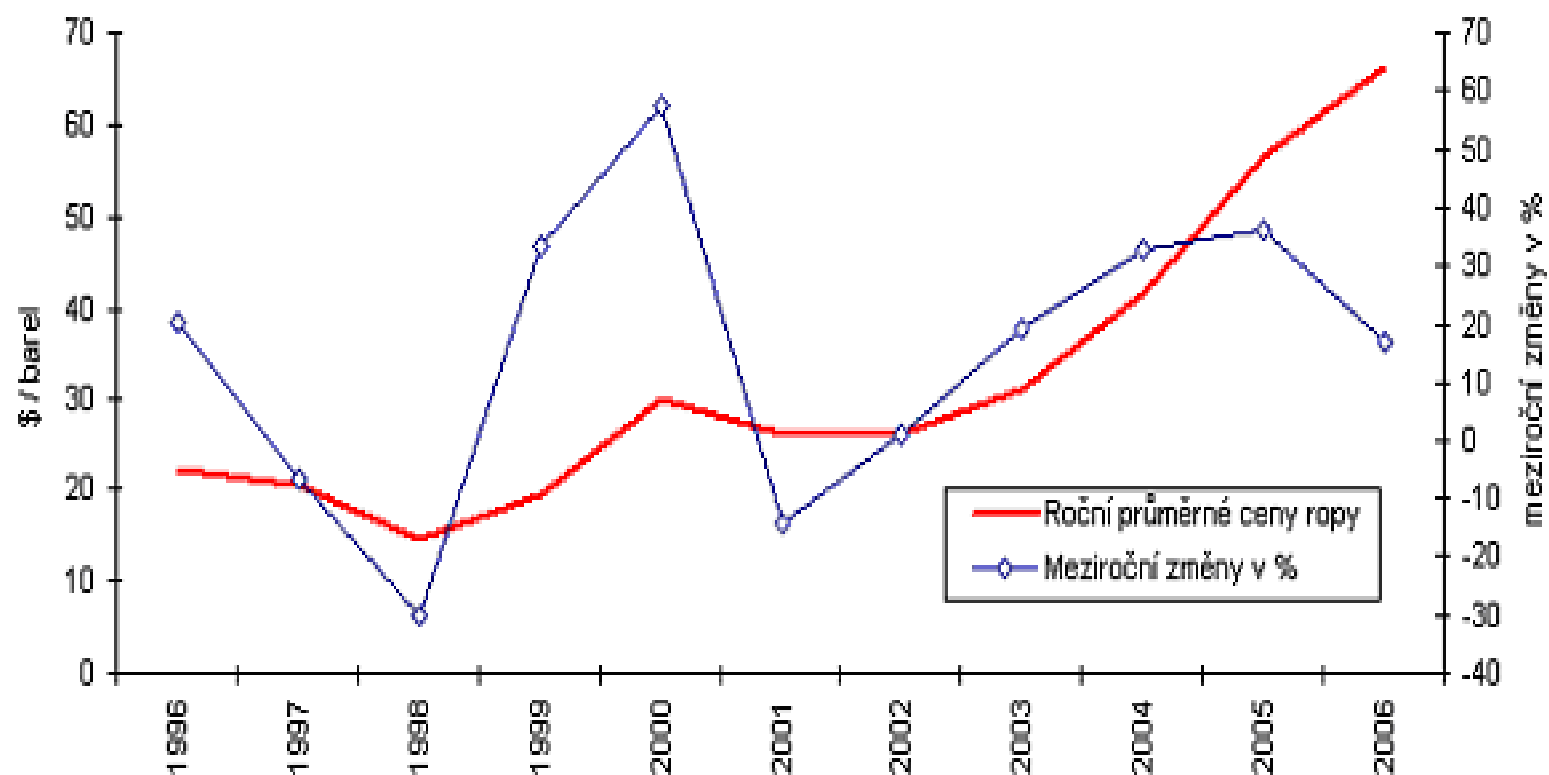
a. Postupné vyčerpávání ropy a zemního plynu

- k podstatnému vyčerpání globálních zdrojů ropy dojde během cca **40** let. [1] “?”
- Zásoby zemního plynu mohou vystačit max. o **20 let déle**.



Působící globální faktory

b. Cenová nestabilita ropy



Vývoj cen ropy [ČSÚ] v USD za barel. [2,3]

Působící globální faktory

c. Environmentální požadavky

- Argumenty, dokládající planetární ohrožení životního prostředí, na němž se člověk svou aktivitou podílí, akceptuje v současnosti výrazná **většina vědců** i světových **představitelů**.
- Povinnost snižovat nepříznivé impakty dopravy na prostředí, ať už globálního charakteru, nebo lokální, je v současnosti **celospolečensky** přijímána.
- **Minimalizace emisí oxidů síry, dusíku, i CO se stala již samozřejmou. Totéž platí o freonech.**
- Postupně, ale trvale se snižují limity na obsah uhlovodíků, skleníkových plynů (CO_2 , metan...), prachových a aerosolových částic v ovzduší.
- Slabou stránkou formulace Environmentálních požadavků je v současnosti v některých případech neznalost systémových relací, suplovaná **PRINCIPEM PŘEDBĚŽNÉ OPATRNOSTI**



Působící globální faktory

d. Vědecký rozvoj [3]

Věda se rozvíjí specificky. Vazba na „poptávku“ i finanční zdroje je volná. Základní výzkum v oblastech (kvantového) chování mezoskopických struktur v posledních cca 40 letech vede k rozvoji aplikovaného výzkumu v oblasti **nanotechnologií**. Nanotechnologie významně akcelerují technické obory:

- (i.) **elektroniky / informatiky / ITS**
- (ii.) **elektrochemických technologií**
- (iii.) **konstrukčních materiálů.**

Vliv na potenciální rozvoj perspektivních vozidel: Elektronika / informatika zvyšuje inteligenci, bezpečnost a účinnost vozidla i silniční dopravy jako celku, elektrochemické technologie umožňují konstruovat nové typy zásobníků energie - akumulátorů, resp. palivových článků s výrazně lepšími parametry a nižší cenou, nové konstrukční materiály dovolí významná zlepšení v konstrukci vozidel, zvýšení bezpečnosti posádky vozidla i snížení hmotnosti a ceny.



Regionální hlediska

- e. V případě střední Evropy jsou **zdroje** ropných paliv i zemního plynu do značné míry **lokalizovány v zemích s nestabilními nebo i nikoliv jen přátelskými režimy.**

Nespolehlivé jsou i mnohé tranzitní země.

Proto je prvořadou povinností vlád i energetického sektoru v našem regionu snížení energetické závislosti zemí na rizikových vnějších vlivech.



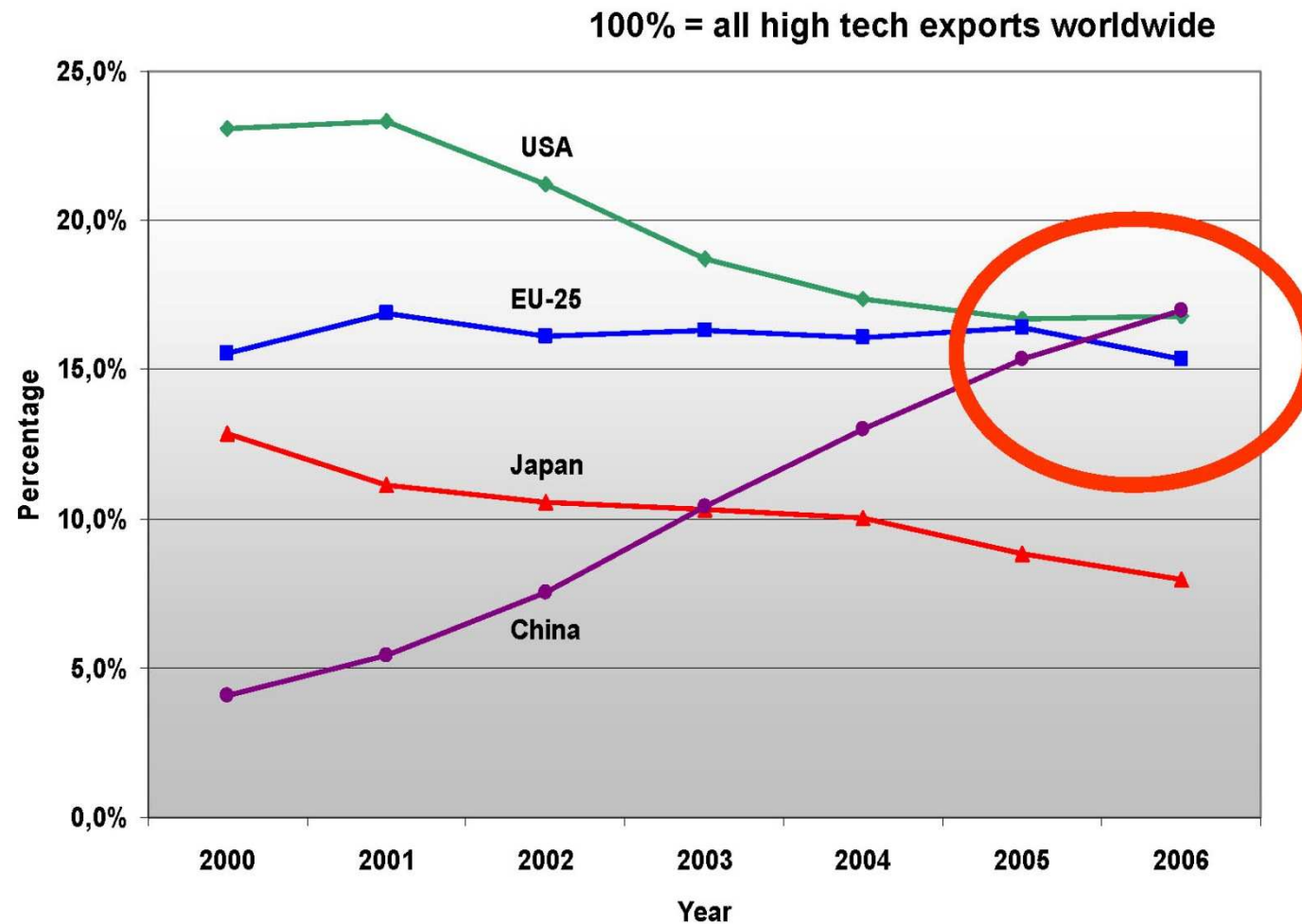
Regionální hlediska

- f. Pro nové průmyslové země (Čína, Indie,...) **není schůdná** cesta k rozvoji silniční dopravy na základě ropy nebo zemního plynu. Proč tomu tak je, naznačí modelový příklad: *Nové industriální země nechť mají v úhrnu 2 miliardy obyvatel. Bude – li dosaženo stavu, kdy jen každý desátý obyvatel v těchto zemích bude vlastnit osobní automobil a ročně ujede 20 000 km, pak při průměrné spotřebě 5 l/ 100 km bude odpovídající spotřeba 2×10^{11} l paliva ročně. To odpovídá významnému **navýšení současné globální spotřeby**. S takovým vývojem prognózy spotřeby ropy nepočítají. Evidentně by došlo k rychlejšímu a nestabilnímu **růstu cen**.*

Zřejmě i s vědomím tohoto nebezpečí se tyto země velmi **úspěšně zaměřují na produkci technologicky náročných výrobků**.



Regionální hlediska



EU-25: without intra-Community trade

Source: Loschky A. *High-Technology Trade Indicators 2008 - An International Comparison of the Big Economic Areas and Countries*. EUR 23690 EN. Luxembourg (Luxembourg): OPOCE; 2008.



Vývojové trendy / alternativy

1. V současnosti i blízké budoucnosti, Zvýšení nabídky účinných vznětových motorů v kombinaci s použitím palivových mixů s limitovaným obsahem biopaliv 1. generace. Plní – bez rezervy - stávající emisní limity. Mixy mají optimalizovanou energetickou účinnost. Omezují též spotřebu ropných produktů.

Rozloha půdy pro pěstování plodin vhodných pro výrobu biopaliv 1. generace je v evropských zemích omezena tím, že strategicky prioritní je zajištění dostatku potravin pro obyvatelstvo, zejména při eventuálním konfliktním světovém vývoji.

⇒ tato cesta k řešení problému na bázi biopaliv není pro střední Evropu dlouhodobě reálná.



Vývojové trendy / alternativy

2. Rovněž v současnosti a zřejmě i v blízké budoucnosti jsme svědky zavádění **zemního plynu** jako paliva. Spalování zemního plynu neznamená zásadní úpravy stávajících zážehových motorů. Infrastruktura čerpacích stanic se rozvíjí. Výhodou spalování zemního plynu jsou nižší impakty do životního prostředí. **V některých regionech, kde se nacházejí podstatné zásoby zemního plynu, vede jeho zavedení i k zlepšení energetické nezávislosti. To však není případ Střední Evropy**

“?”

Proto i zde platí, že tato cesta k řešení problému **NÁM (REGION)** neslibuje z hlediska vzdálenější budoucnosti **ZÁŠADNÍ** přínos k řešení problému.



Vývojové trendy / alternativy

3. **Biopaliva dalších generací** (z rychle rostoucích bylin, dřevin, z biologických odpadů nebo **z řas**) jsou ve fázi výzkumu resp. počátečního vývoje. Jejich hromadné použití připadá v úvahu cca za 15 let. Optimistické prognózy pro USA udávají, že tato biopaliva by mohla pokrýt až 50 % očekávaných potřeb dopravy. Pro Evropu je však tento limitní podíl výrazně nižší, ještě nižší vychází pro střední Evropu. Proto masivní zavedení dnes alespoň v principu známých biopaliv nelze ani ve vzdálené budoucnosti považovat za universální východisko z energetické situace silniční dopravy pro střeoevropský region. Za optimistický lze považovat jejich možný podíl 20 % . Abbott [1] ukazuje, že alternativou **NENÍ** zavedení biopaliv ani v měřítku globálním. “?”



Vývojové trendy / alternativy

4. Získávání uhlovodíkových paliv z uhlí a podobných zdrojů je technologicky ve velkém již dávno prověřené, **NENÍ** však schůdné ekonomicky a **NEPŘINÁŠÍ** snížení emisí CO₂.



Vývojové trendy / alternativy 5. Vodík 1

VODÍK JE ALTERNATIVOU.

Využití vodíku naráží na závažné, zejména investiční a vývojové problémy:

- Je nutno budovat vysoce výkonné a účinné **generační jednotky vodíku**.
- Musí být vytvořena nová, vysoce bezpečná „**vodíková infrastruktura**“ na distribuci vodíku (“?”).
- Musí být vyřešen spolehlivý způsob **skladování vodíku ve vozidlech**, takový, aby byla eliminována nevýhoda nízké objemové hustoty uskladnění energie ve vodíku .
- *Tyto problémy jsou v současnosti pocítovány jako do té míry závažné, že např. vláda Spojených států vloni zastavila podporu výzkumu „vodíkových technologií“.*



Vodík 2

V úvahu připadají 2 principiálně odlišné scénáře použití vodíku v dopravě:

1. Spalování vodíku v spalovacích motorech vozidel
2. Využití vodíku jako paliva v palivových článcích.

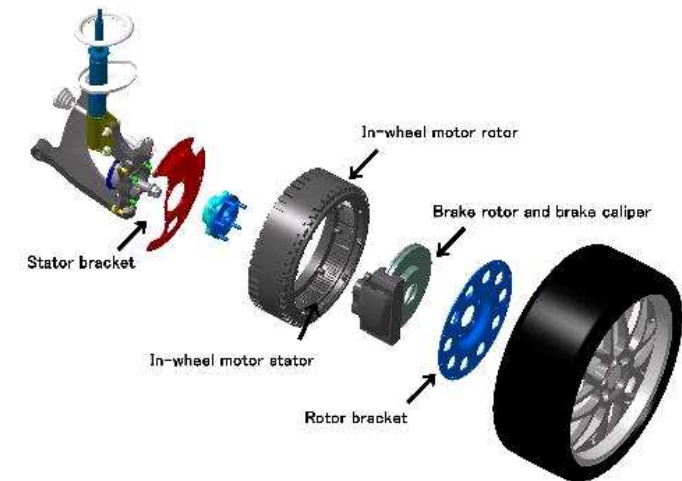
1. Spalování vodíku ve spalovacích motorech je možné a je experimentálně ověřené. Problémem je nižší účinnost. Spalování je nutno řídit tak, aby probíhalo při nižších teplotách, kdy se ve vzduchu netvoří oxidy dusíku. Zákony termodynamiky i mechaniky v takovém případě nedovolí dosažení účinnosti nad 40 %. *Přesto již citovaná analýza [1] tuto alternativu preferuje.*
2. **Palivové články jsou generátory elektrického proudu. Vozidla jsou tedy fakticky elektrická.**



Elektromobilita jako alternativa 1910 [4]



Elektromobilita jako alternativa 1990 / 2010



Elektromobilita jako alternativa 2010 - 2020

Přednosti elektromobilů:

- možnost využívat obnovitelnou energii s velkou účinností
- možnost okamžitého maximálního výkonu
- možnost opakovaného a mnohonásobného přetížení
- rekuperace energie
- eliminace hluku, vibrací a jiných emisí
- přesnost a jednoduchost ovládání
- konstrukce je jednodušší a počet komponentů je menší, než u vozidel se spalovacími motory

Slabé stránky elektromobilů

- **Měrná energetická kapacita nejlepších současných akumulátorů dosahuje dosud asi 350 Wh/kg, což je přibližně 1/15 měrné kapacity nádrže s benzínem.**
- Neexistuje napájecí infrastruktura
- Neexistuje síť servisních a zkušebních stanic s potřebným vybavením
- **Není dostatek znalých, tím méně zkušených odborníků**
- Technická řešení mají dosud nízký stupeň osvojení („learning factor“)



MOHOU AKUMULÁTORÝ NAHRADIT DNEŠNÍ NÁDRŽ?

Kritický prvek

- Uvažujeme – li o přechodu k **elektrickým vozidlům**, musíme použít buď **akumulátorů**, nebo **palivových článků**.
- Zabývejme se dále **AKUMULÁTORÝ**.
- **V dopravě je používáme přes 100 let, ale většinou – po roce 1910 - **nikoliv** pro trakční funkci.**

Jaké s nimi máme zkušenosti?



Dosavadní zkušenosti s akumulátory

- a. nízká objemová i hmotnostní hustota energie v akumulátorech ve srovnání s palivem v nádrži
- b. značné požadavky na údržbu akumulátorů
- c. pomalé, technicky náročné nabíjení
- d. samovybíjení
- e. omezený počet cyklů a / nebo postupná ztráta kapacity během technické životnosti vozidla
- f. růst vnitřního odporu a / nebo omezení schopnosti akumulátoru vydat uloženou energii
- g. toxicita či zdravotní rizika použitých materiálů a technologií
- h. rizika přehřátí, znehodnocení nebo i destrukce akumulátoru při chybném nabíjení nebo při jejich technických závadách
- i. obtížná recyklace
- j. vysoká cena.



Akumulátory 1

- Dlouholeté zkušenosti s využitím akumulátorů v dopravě jsou na jedné straně významnou předností, eliminují se tím totiž rizika z neznalosti, jsou však též **zdrojem pesimismu** při prognózování jejich nasazení pro trakční účely.
- **PRŮMĚRNÉ ROČNÍ ZVÝŠENÍ HUSTOTY ENERGIE ULOŽENÉ V AKUMULÁTORU V POSLEDNÍCH DVACETI LETECH JE DÁNO FAKTOREM $FA(20) = 1.06$.**

Tedy dvojnásobku se dosáhne za cca 12 let.

V jiných oblastech techniky je pokrok podstatně rychlejší, v počítačích známý Mooreův zákon za posledních 35 let udává zdvojnásobení hustoty integrace za 2 roky, tedy roční nárůst přibližně $Fp(35) = 1,414$.



Akumulátory 2

a. Hustota energie

V dopravě nás zajímá buď práce, kterou lze ze zásobníku (nádrže, akumulátoru) získat (J, kWh), anebo dojezd referenčního vozidla na jednu náplň zásobníku.

Dopravní praxe ukazuje, že dojezd vozidla pod 200 km působí potíže s organizací silniční dopravy v extravilánu. V městském provozu vyhoví dojezd 30 – 40 km, Přímý přepočet vede zatím k nepřesvědčivým výsledkům.

Elektrická trakce má však 2 přednosti: **nulovou spotřebu v klidu (“?”) a rekuperační brzdění.**

Výsledky z Kalifornie ukazují, že úspora rekuperačním brzděním dosahuje cca 30%. *Tedy vozidlo s elektrickým pohonem (EV), má dojezd při stejném energetickém obsahu zásobníku cca 1,3 x větší oproti podobnému vozidlu se spalovacím motorem.*

Mez DoE: 40 kWh

Využití rekuperačního brzdění zmiňuje též požadavek na nízkou hmotnost vozidla (“?”).



Akumulátory 3

Již v současnosti existují 2 typy perspektivních akumulátorů a to:

- **NiMH a Li-ion**, které z hlediska hustoty energie → dojezdu vozidla se blíží mezi praktické použitelnosti pro EV i PHEV;
- **LI – ion (Li_xPO_4) (2009) tuto mez již dosáhly. x: Fe, Co, Mn...**

Průměrné roční zvýšení hustoty energie v nově zaváděných typech akumulátorů ve 3 posledních letech narůstá (**Fa (3) ≥ 1.1**). Souvisí to s vyššími investicemi do výzkumu i s nástupem nanotechnologií.

- *Pesimistický výhled: Při zachování konzervativního zvyšování hustoty energie Fa (20) = 1.06 bude za 20 let dosaženo trojnásobku současného stavu, což pro efektivní aplikace v silniční, regionální železniční i vnitrozemské lodní dopravě s rezervou postačí.*
- *Optimistický výhled: Při současném trendu (Fa (3) ≥ 1.1) bude trojnásobku současného stavu dosaženo dříve než za 12 let, za dvacet let pak bude dosaženo téměř sedminásobku, za 30 let sedmnáctinásobku*



Akumulátory 4

b. Požadavky na údržbu

Zde lze jednoduše konstatovat, že všechny nové typy akumulátorů **nevyžadují údržbu**.

Moderní trakční akumulátory však vyžadují kvalitní elektronickou diagnostiku, resp. predikční diagnostiku, která podle aktuálního stavu akumulátoru oproti výrobcem definované oblasti přijatelnosti stanoví termín výměny a / nebo speciálních – „rehabilitačních“ nabíjecích procesů. To vede k významnému snížení provozních nákladů a zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti.

Dílčí závěr: V současnosti dosažený stav je vyhovující. Výhled dalšího zlepšování je reálný.

c. Způsob nabíjení

Moderní trakční akumulátory lze nabíjet v různých režimech. Vyžadují zpravidla poměrně složité, elektronicky řízené nabíječe se zpětnovazební kontrolou stupně / průběhu nabití.



Akumulátory 5

Nabíjení „přes noc“, Preferovaný způsob (Predikce předpokládá cca 50 - 70 % podíl).

Individuální jednofázová „bytová“ přípojka 230 V / 16 A postačí v případě používání jednoho osobního elektrického vozidla pro dopravu do zaměstnání (30 kWh).

Existující třífázové přípojky do rodinných domků (3x400V/25-36 A) postačí pro dobíjení většího EV po jeho náročném celodenním provozu i při současném elektrickém vytápění objektu.

Nabíjení v noci příznivě zatěžuje elektrorozvodnou soustavu. Bonifikace tohoto způsobu je doplnění domovního nabíječe o zpětný měnič DC-AC. Tak je možno nepoužívané vozidlo využít k omezování odběrových špiček v síti.

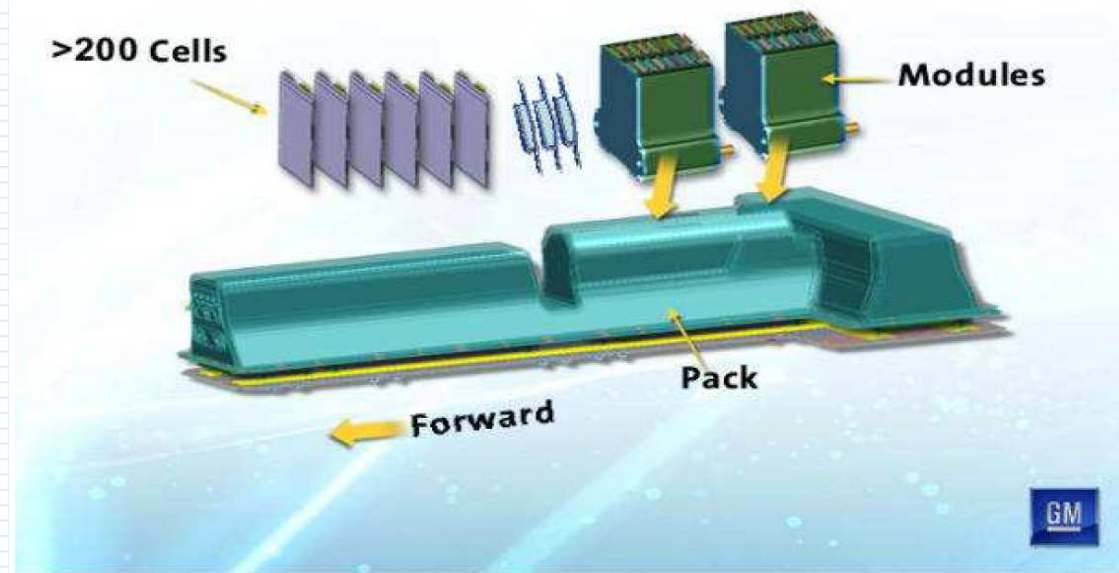
Technologie **V2G – SMART GRID**



Akumulátory - příklady



Battery Pack – Basic Construction



Akumulátory 6

- **Rychlonabíjení** u nabíjecí stanice. Moderní trakční akumulátory je možno pod elektronickou kontrolou v speciálním režimu nabít na 60 % za méně než 15 min. *Vyžaduje novou infrastrukturu – přípojky a vysokokapacitní nabíječe. Další zkracování rychlonabíjecího cyklu je reálné.*
- **Nabíjení „u zaměstnavatele“.** Předpokládá se většinou podobné technické provedení, jako v případě nabíjení přes noc.
- **Výměna akumulátorů / půjčování vozidel:**
 - Čas výměny pod 5 min. Nabíjení v stacionárních dobíjecích stanicích v podobném režimu, jako při nabíjení přes noc.
- **Dílčí závěr:** V současnosti experimentálně ověřené způsoby nabíjení dosahují již vyhovujících parametrů. Hromadnému nasazení bude předcházet experimentální ověření ve větším rozsahu. Je nutno vytvořit infrastrukturu rychlodobíjecích stanic.



Akumulátory 7

d. Samovybíjení

daří se postupně potlačovat. **Úplná kompenzace:**

- Vozidlo, které není v provozu, zůstává připojeno k nabíječi.
- Na vozidle jsou umístěny solární články, které postačí k eliminaci samovybíjecích proudů a ke klimatizaci.

e. Omezený počet cyklů a / nebo postupná ztráta kapacity

f. Růst vnitřního odporu

V současnosti se technická životnost akumulátorů postupně blíží technické životnosti vozidla. (“?”)

Pokud bude:

- zavedena predikční diagnostika akumulátorů,
 - výměna bude snadná (typ. za 5 min.),
 - technická životnost akumulátorů bude větší než 5 let,
- lze považovat tyto problémy za kompenzované.



Akumulátory 8

g. Toxicita či zdravotní rizika použitých materiálů a technologií

h. Obtížná recyklace

Nové trakční akumulátory nepoužívají toxických materiálů,. Lze proto očekávat též méně problémů s recyklací.

Zdravotní rizika nových technologií nelze za současných znalostí posoudit, protože tyto technologie jsou příliš nové a nejsou detailně publikovány.

i. Rizika přehřátí, znehodnocení nebo i destrukce akumulátoru při chybném nabíjení nebo při jeho technických závadách

Citlivost nových typů akumulátorů na chybné nabíjení, přehřátí či mechanickou destrukci se obecně s rostoucí hustotou energie v těchto akumulátorech spíše zvyšuje. Pokud nebudou objeveny zcela nové principy, nelze očekávat zásadní zlepšení.

Na úrovni systému jsou tato rizika v současnosti kompenzována elektronickou diagnostikou akumulátoru a řízeným nabíjením.



Akumulátory 9

j. Cena

Silné investice do výzkumu a vývoje v posledních letech a masivní vstup Číny do výroby moderních akumulátorů (a návazně i EV) vedou k významnému poklesu cen.

Vysoká cena přestává být rozhodujícím faktorem. Další pokles ceny je očekáván.

Alternativní obchodní strategie – pronájem EV může být přínosná.

**HLAVNĚ Z TOHOTO DŮVODU SE VÝRAZNĚ MĚNÍ
V POSLEDNÍM ROCE PROGNÓZY VÝVOJE.**

**ZATÍMCO JEŠTĚ PŘED DVĚMA LETY JEN MÁLO
ODBORNÍKŮ UVAŽOVALO O REÁLNOSTI
HROMADNÉHO NASAZENÍ ELEKTRICKÝCH
AUTOMOBILŮ V HORIZONTU 20 LET,
V SOUČASNOSTI VĚTŠINOU POVAŽUJÍ TUTO
ALTERNATIVU JAKO REÁLNOU „VE VELKÉM“
DO 10 LET.**



ANALÝZA ZDROJŮ

a. Globální dostupnost surovin

Problematika není podrobně zpracována. Např. **lithium** je obecně dostupný prvek. Ve větším rozsahu se těží v Chile, dosud největší zjištěné – dosud netěžené zásoby jsou v Bolívii a v Afgánistanu. Ty patrně přesahují představitelnou spotřebu. Není však vyloučeno, že v horizontu cca 50 let bude o tyto zdroje soutěžit elektrická doprava s energetikou pro potřeby jaderné fúze. V ČR je objem těžitelných zásob uspokojivý.

b. Globální rozložení technologií a know - how

Zatímco výzkumné aktivity mají víceméně obvyklé globální rozložení, klíčové vývojové a výrobní aktivity moderních trakčních akumulátorů jsou lokalizovány do Asie (Čína, Japonsko, Korea).

c. Potenciální využitelnost v časovém horizontu 2050

- V silniční (i městské) a vnitrozemské vodní dopravě lze očekávat majoritní nasazení.
- V železniční dopravě připadá v úvahu použití na regionálních tratích
- V letecké dopravě se významná aplikace neočekává.



ZMĚNY INFRASTRUKTURY

d. Předpokládané změny infrastruktury

Prosazení této alternativy „ve velkém“ **nepředpokládá budování zásadně nové energetické infrastruktury**. Vyžaduje však postupné posilování a zkvalitňování („Chytrá síť“) stávající elektrorozvodné sítě a zejména jejich koncových přípojek na cílové kapacity na úrovni cca 1.4 násobku současného stavu (za předpokladu, že nedojde k jiným změnám struktury odběru elektrické energie).

Podmínkou je i **rozvoj telematiky**. Ten sice není vázán specificky na elektrickou dopravu, ovšem existence elektrických inteligentních vozidel vyvolává v tomto případě pozitivní synergii.

Nově bude třeba vybudovat :

- Síť nabíjecích stanic pro rychlonabíjení
- Síť distribuce, sběru a recyklace akumulátorů
- Síť půjčoven elektromobilů (města)



DALŠÍ PŘEDPOKLADY A ZHODNOCENÍ

Silný předpoklad je, že elektrická energie bude dodávána ze sítě, v níž budou zapojeny zdroje s minimálními environmentálními dopady a přitom bezpečné z hlediska geopolitické stability.

Distribuovaný systém nabíjení vozidel dovolí využít i lokálních obnovitelných zdrojů (solární, větrné, z biomasy, geotermální, a to i v případě, že do sítě zapojeny nejsou (?)).

Zhodnocení

Nárůst uživatelských parametrů akumulátorů, použitelných pro elektrická vozidla na hodnoty, které začínají být zajímavé pro hromadnou aplikaci i pokles jejich ceny podporují závěr, že **nástup „elektromobility“ již začal.**

Lze to doložit i projekty předních světových výrobců a vznikem účelových aliancí (např. Nissan – Renault, BYD – Daimler, BYD – VW).



VYVOLANÉ ZMĚNY

- 
- a. **Významně se změní charakter výroby vozidel.** Odpadne část klasické strojírenské výroby, bude nahrazena výrobou elektrotechnickou a elektronickou. To vyvolá značné (privátní) investice.
 - b. Bude nutné **posílit elektrorozvodnou síť, vybavit jí inteligencí**, vybudovat infrastrukturu dobíjecích stanic a o 20 – 40 % posílit kapacity výroby elektrické energie (privátní i státní investice).
 - c. Bude nutno **modifikovat stávající síť zkušeben a servisu** (privátní, v omezené míře i státní investice).
 - d. **Doprava, a to i ve městech, bude environmentálně šetrnější**
 - e. **Stane se méně energeticky náročnou a plynulejší.**
 - f. Bude nutné v relativně krátké době **vyškolit / rekvalifikovat dělníky a odborníky v nových profesích.** (privátní i státní investice)
 - g. **Úspory přináší rekuperační brzdění (cca 30%), vyšší účinnost vozidel (cca 15%) a dokonalejší řízení dopravy v důsledku vyšší inteligence vozidla i infrastruktury (cca 10%). Plynulosti dopravy prospěje dokonalejší řízení, méně nehod v důsledku sofistikovaných asistenčních systémů a lepší akcelerace i decelerace vozidel.**



NOVÉ STUDIJNÍ PROGRAMY

Požadavek ad f) z předchozího odstavce je obtížně splnitelný právě z hlediska získání vysokoškolsky vzdělaných odborníků.

PROČ?

- Příslušné obory na našich vysokých školách dosud neexistují
- Požadavky na studium jsou typicky interdisciplinární
- Studium trvá 2 – 5 let
- Další nejméně 2 roky jsou nutné na zapracování absolventa VŠ.

Porovnáme – li tyto faktory s velmi konzervativními prognózou, která uvádí, že v roce 2015 bude v EU prodáno čtvrt milionu elektrických automobilů, vyvstává přirozeně otázka, [kde získáme potřebné odborníky](#).

Část z nich se patrně přeškolí na základě vlastního studia. Tak se děje vždy, když se nějaký obor rychle rozvíjí. Byli jsme toho svědky např. při nástupu informatiky.

To však v žádném případě nenahradí očekávanou potřebu absolventů, kteří se na tento obor v řádném studiu připravili.



NOVÉ STUDIJNÍ PROGRAMY 2

S vědomím tohoto stavu získalo ČVUT, Fakulta dopravní v úzké spolupráci s Fakultou elektrotechnickou **akreditaci** k výuce dvouletého magisterského studijního oboru

„**Elektromobilita**“.

Tento obor je zařazen do rámce studijního programu „Technika a technologie v dopravě a spojkách“. Ve studiu je kladen důraz na rozvoj znalostí:

- kybernetiky a řídicí techniky
- zásobníků energie vozidel
- elektrických pohonů a elektronických zařízení vozidel
- konstrukce a technologie vozidel
- energetické i dopravní infrastruktury
- dopravních systémů a telematiky
- problematiky aliancí člověk - stroj
- nezbytných teoretických základů - matematiky, fyziky a systémového inženýrství



Závěr

Nástup elektromobility již začal.

V důsledku časových nároků adaptačních procesů na tuto změnu je nutno jednat rychle.

Ještě rok či dva pro pružné podnikatele a investory je výhodná šance se chopit příležitosti a stát se nositeli této změny.

Státní správa a školství musí jednat ihned.

Nejde o málo, silniční doprava spotřebuje asi čtvrtinu energie, kterou tato společnost vydává.

Náš region má k tomu výhodné podmínky

Děkuji za pozornost



Reference

- 
- [1]... Derek Abbott: Keeping the Energy Debate Clean: How Do We Supply the World's Energy Needs? Proceedings of the IEEE | Vol. 98, No. 1, January 2010
- [2]... Bedřich Duchoň, Petr Moos, Zdeněk Votruba, Petr Vysoký, Jindřich Sadil, Zdeněk Říha : Studie budoucího rozvoje dopravy v české republice s předpokladem specifikace přednostního využívání tuzemské energetické základny reprezentované elektrickou energií, respektive vodíkem, v dlouhodobém časovém horizontu, ČVUT, Fakulta dopravní,.
- [3] ...Votruba Z. :Procesní a zdrojová analýza silniční elektrické dopravy
Konference „Elektromobilita v silniční dopravě a 21. století, Fakulta dopravní ČVUT, 7 dubna 2010
- [4] ...Vegr J.: Elektromobily – historie a současnost, čtvrtletník Pro-Energy, č. 3/2008, str. 44—50, <http://www.pro-energy.cz/clanky7/3.pdf>
- [5] ...Votruba Z., Novák M., Svítek M.: Důsledky trendu rozvoje elektrických pohonů v automobilech, Výzkumná zpráva č. LSS 375/2009, FD ČVUT, Praha, 2009
- [6]...Votruba Z., Sadil J., Bouchner P., Vysoký P. Kovanda J.: Předpokládané trendy rozvoje elektrických a jiných alternativních pohonů v osobních automobilech
Výzkumná zpráva č. LSS 374b/2009, FD ČVUT, Praha, 2009

