

**SIEMENS**

Ing. Jiří Pohl / Brno 8.10.2013

# Průběžně dobíjené elektrobusy

## Energie pro dopravu

**Až do 18. století žili lidé v energetické rovnováze s přírodou. Veškerá energie, kterou potřebovali pro své činnosti (včetně dopravy) pocházela z obnovitelných zdrojů. Zejména z fotosyntézy, vytvářející transformací slunečního svitu potravu pro ně i pro jejich zvířata.**

**V průběhu devatenáctého století se lidé naučili těžit a využívat uhlí. Následně též ropu a zemní plyn. Tedy fosilní paliva ve všech třech skupenstvích.**

**Využíváním fosilních paliv získalo lidstvo obrovskou energii, která mu umožnila zásadním způsobem rozvinout průmysl, bydlení, dopravu a řadu dalších aktivit.**

**Došlo k rozvoji hospodářského, společenského a rodinného života. Sekundárně se využívání energie fosilních paliv projevilo v prodloužení věku dožití, rozvoji vzdělanosti i změně životnímu stylu .**

## Význam spalování fosilních paliv

Čerpání energie fosilních paliv má i v současnosti pro fungování společnosti zásadní význam.

Na jednoho občana ČR připadá denní spotřeba primární energie 138 kWh/den. Z toho 77 % (106 kWh/den, tedy průběžně 4,4 kW) pokrývají fosilní paliva.

Spotřeba fosilních paliv na jednoho obyvatele (ČR, 2010)					
	energie	hmotnost	objem	objem	CO <sub>2</sub>
	kWh/den	kg/den	dm <sup>3</sup> /den	m <sup>3</sup> /den	kg/den
černé uhlí	14	2,0			5
hnědém uhlí	41	10,2			15
zemní plyn	24	1,8		3,0	5
ropa	27	2,2	2,7		7
<b>celkem</b>	<b>106</b>	<b>16,2</b>			<b>32</b>

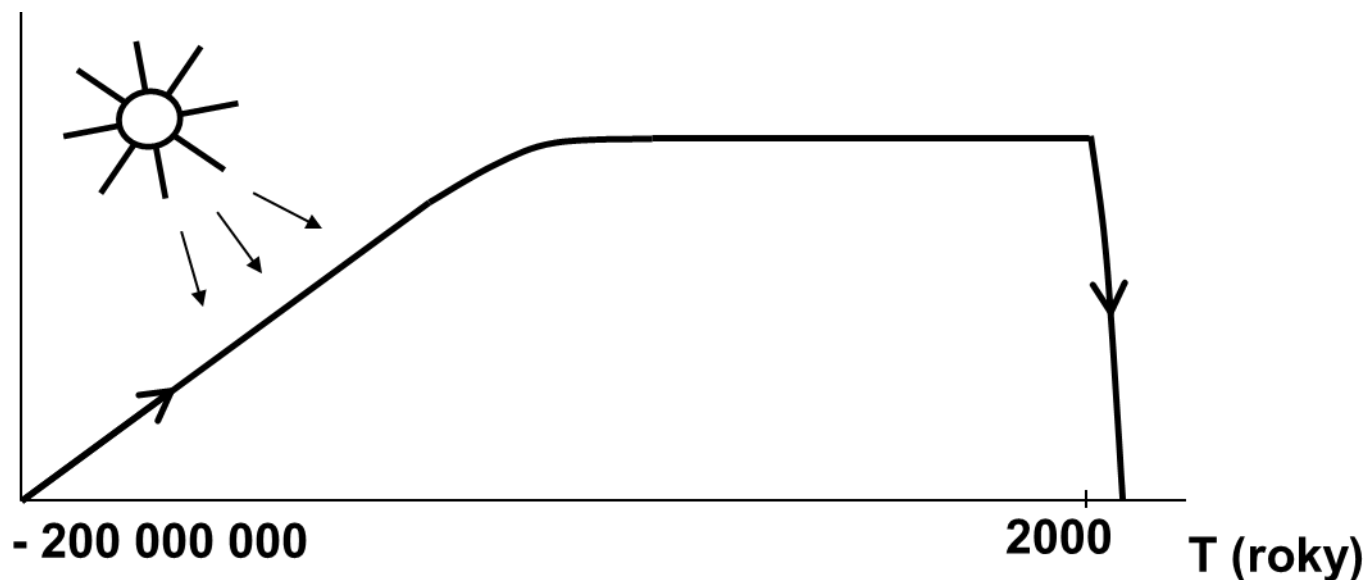
## Fosilní paliva a doprava

**Závislost dopravy na fosilních palivech, v současnosti zejména na ropě, dosáhla velmi nežádoucích rozměrů. V roce 2010 bylo v ČR 97 % energie pro dopravu tvořeno kapalnými uhlovodíkovými palivy, respektive jejich náhražkami.**

**Tato skutečnost má řadu negativních dopadů:**

- **závislost dopravy na dovozu drahých paliv,**
- **trvale rostoucí cena fosilních paliv,**
- **nízká energetická účinnost využívání těchto paliv,**
- **vyčerpitelnost zdrojů (konečnost zásob) fosilních paliv,**
- **lokální znečištění ovzduší (spaliny),**
- **globální znečištění ovzduší (oxid uhličitý).**

## Fosilní paliva

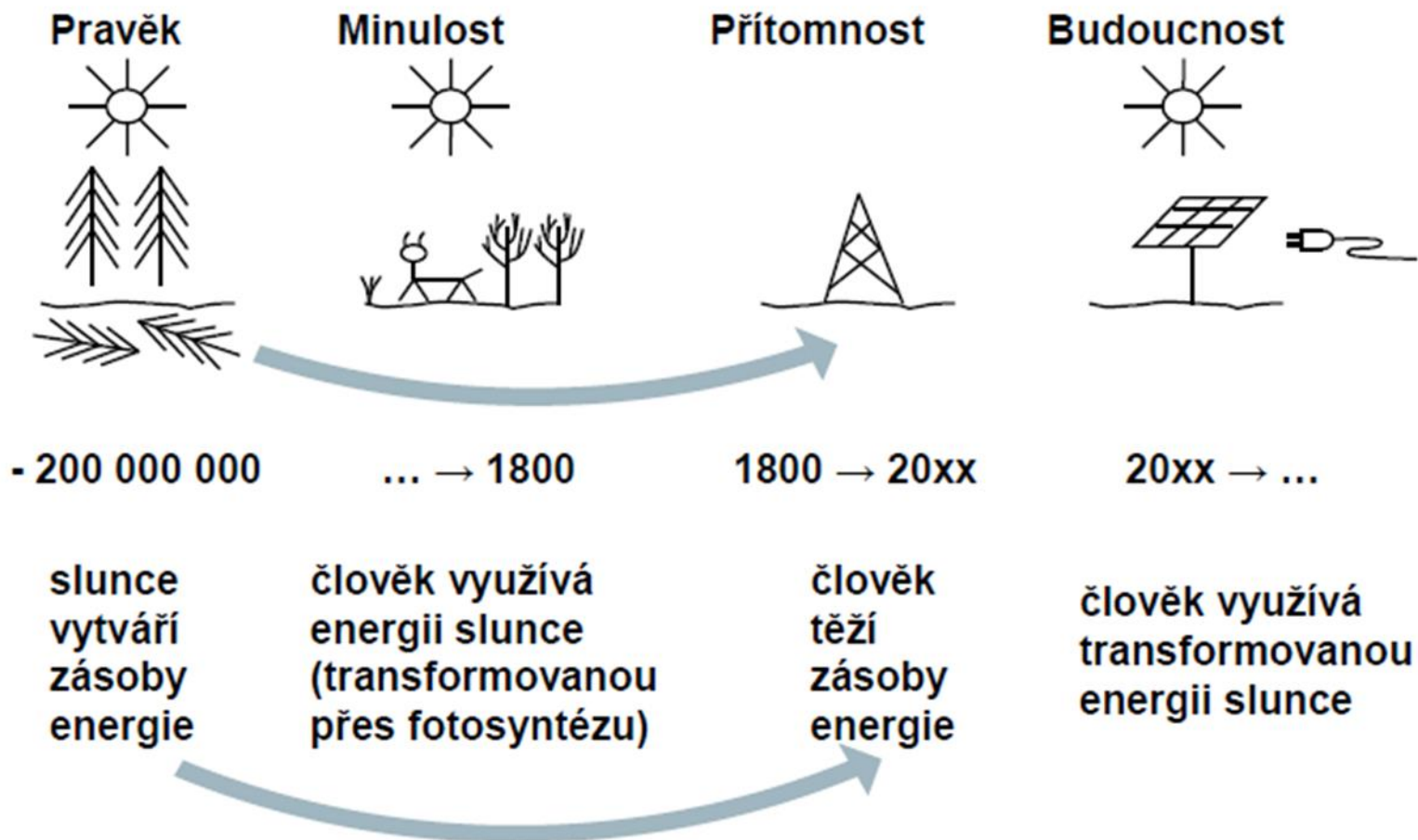


**Fosilní paliva jsou v podstatě energetickou konzervou.**

**Vznikala zhruba 200 milionů let biologickou transformací energie slunečního záření a nyní bude zhruba v proběhu dvou století nenávratně spotřebována .**

**Šťastné období spotřeby fosilních paliv je nutno využít k naučení se žít i bez nich.**

**Budoucnost dopravy je v ve využívání nikoliv minulé,  
ale současné energie slunce.**



## Elektrický versus naftový pohon

**Elektrická vozba (účinnost v rozsahu vstup trakční napájecí stanice – obvod kol  $\eta = 70 \%$ ), starší vozidlo (bez rekuperace):**

- na 1 kWh trakční práce je nutno odebrat cca  $1 / 0,7 = 1,4$  kWh z distribuční sítě

**Elektrická vozba, moderní vozidlo s rekuperací brzdové energie (úspora 35 %):**

- na 1 kWh trakční práce je nutno odebrat cca  $1,4 \cdot (1 - 0,35) = 0,9$  kWh z distribuční sítě

**Motorová vozba (nafta 10 kWh/litr, účinnost nafta / obvod kol  $\eta = 30 \%$ ):**

- na 1 kWh trakční práce je nutno spálit cca 0,33 litru motorové nafty o tepelném obsahu 3,3 kWh

## Náklady na trakční energii

Při současné cenové úrovni (2,50 Kč/kWh el. energie, 28 Kč/dm<sup>3</sup> nafty bez DPH) je energie pro provoz zastávkových vozidel na naftu zhruba čtyřikrát dražší, než vozidel na elektrickou energii.

**Příklad:** zastávkové vozidlo (15 t, 0,08 kWh/tkm, tedy  $15 \cdot 0,08 = 1,2$  kWh/km):

elektrické napájení:

$E = 0,9 \cdot 1,2 = 1,08$  kWh elektrické energie za  $1,08 \cdot 2,5 = 2,70$  Kč/km (100 %)

motorová nafta:

$B = 0,33 \cdot 1,2 = 0,40$  dm<sup>3</sup> motorové nafty za  $0,4 \cdot 28 = 11,20$  Kč/km (415 %)

=> rozdíl:

$\Delta = 11,20$  Kč/km –  $2,70$  Kč/km =  $8,50$  Kč/km



## Vývoj mobility v EU – cíle

**Programový dokument EU „Bílá kniha o dopravě“ (březen 2011) má tři základní a kvantifikovatelné cíle:**

- a) neomezovat, naopak rozvíjet mobilitu, neboť ta je součástí hospodářského, společenského i rodinného života,**
- a) zbavit mobilitu závislosti na kapalných uhlovodíkových palivech (zejména na ropě), která v současnosti pokrývají 96 % energie pro dopravu v EU, neboť jde o perspektivně nedostatečné, drahé a do EU importované zboží (v roce 2010 dovezla EU ropu za 210 miliard EUR),**
- b) zásadním způsobem snížit produkci CO<sub>2</sub> dopravou, a to ve srovnání s výchozí úrovní roku 2008 o 20 % do roku 2030 a o 70 % do roku 2050**

**„Pokud se nebudeme závislostí na ropě zabývat, mohla by být schopnost občanů cestovat, jakož i naše ekonomická bezpečnost značně ohrožena a to by mohlo mít nedozírné následky na inflaci, obchodní bilanci a celkovou konkurenceschopnost ekonomiky EU.“**

**EU KOM (2011) 144**

## Vývoj mobility v EU – nástroje

**Ve snaze neomezovat mobilitu ani po eskalaci cen ropy je preferována doprava v elektrické trakci:**

- z městské dopravy postupně vyloučit automobily se spalovacími motory (prioritní orientace na hromadnou dopravu s elektrickou trakcí)
- nákladní dopravu nad 300 km převést ze silnic a dálnic na železnici
- příměstskou dopravu převést ze silnice na železnici
- meziměstskou silniční dopravu nahradit železnici (osobním automobilům a autobusům zůstane operativní a venkovská doprava)
- leteckou dopravu nad pevninou nahradit železnici (letadla zůstanou lety přes oceán)



## Vývoj dopravy v České republice

**Za posledních dvacet let (1993 až 2012) došlo v ČR k:**

- **zvýšení počtu obyvatel na 102 %,**
- **zvýšení HDP na 160 %,**
- **zvýšení přepravních výkonů nákladní dopravy na 115 %,**
- **zvýšení přepravních výkonů osobní dopravy na 150 %,**
- **zvýšení spotřeby energie v dopravě na 230 %,**
- **zvýšení exhalací produkovaných dopravou na více než 200 %.**

⇒ **dopravou se plýtvá,**

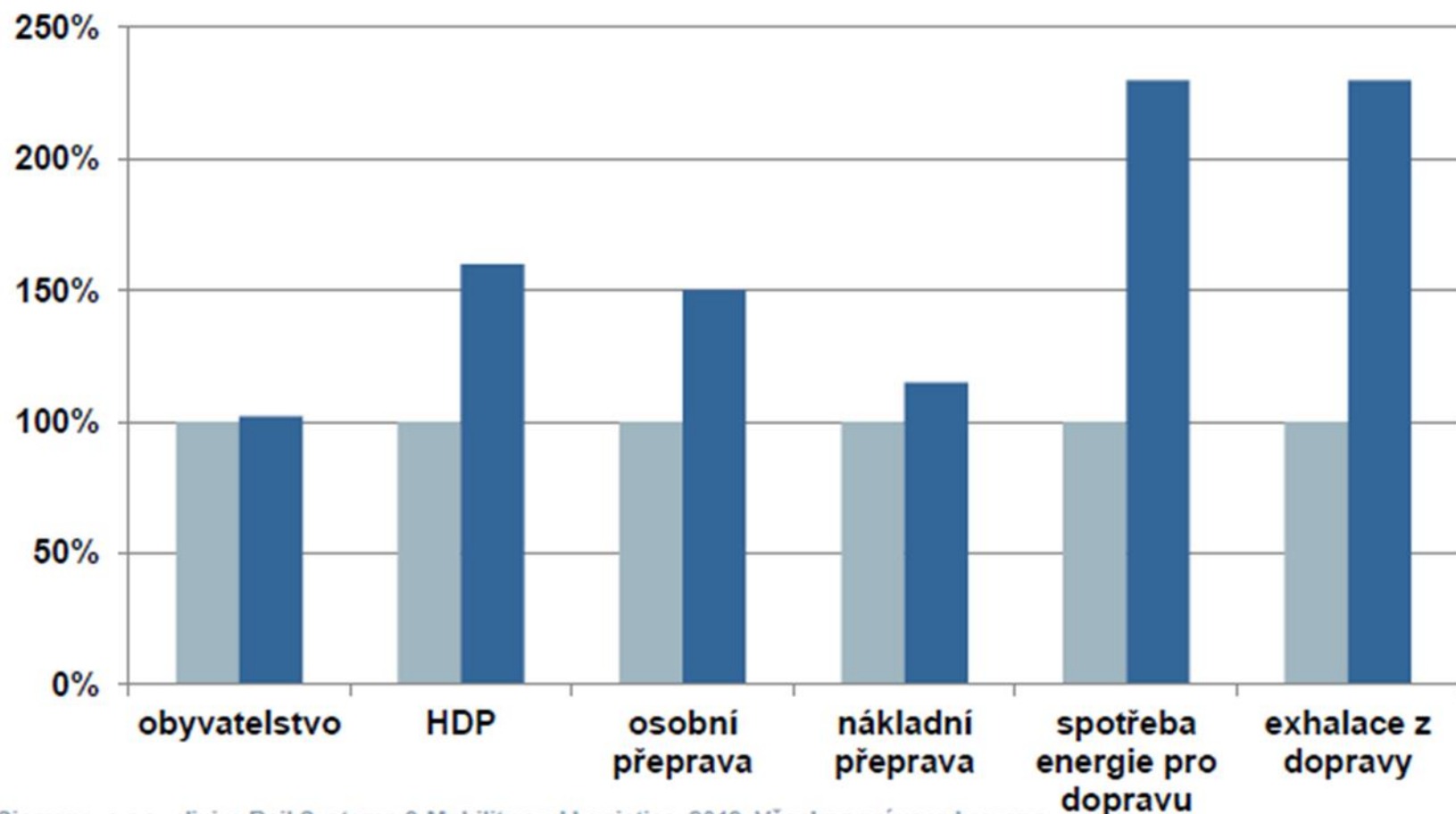
⇒ **doprava plýtvá energiemi.**

**Dominantním dopravním systémem se stala energeticky vysoce náročná automobilová doprava, která zajišťuje 60 % přepravních výkonů osobní dopravy a 76 % přepravních výkonů nákladní dopravy.**

## Vývoj posledních dvaceti let v České republice

## Česká republika 1993 - 2012

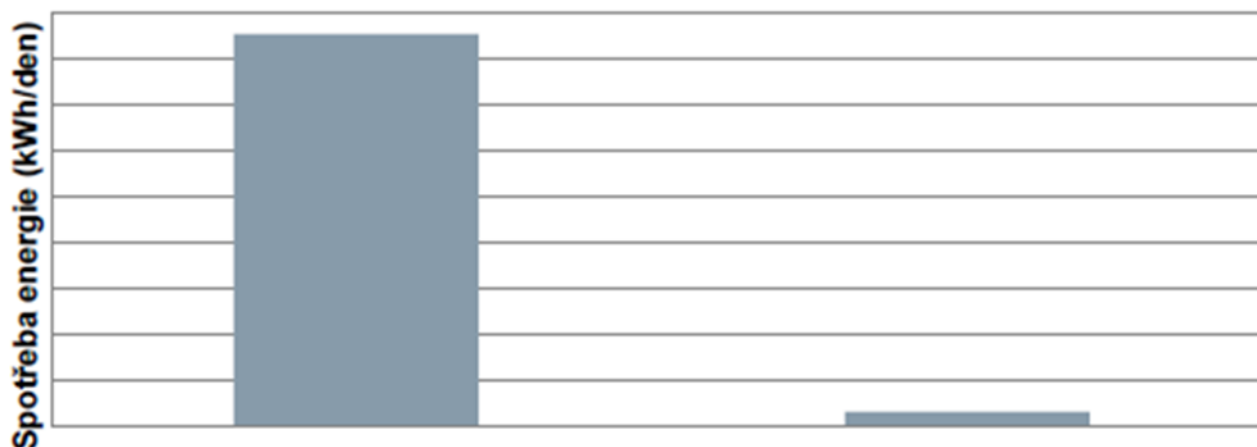
■ 1993 ■ 2012



## Vývoj dopravy v České republice

- podíl uhlovodíkových paliv na energiích pro dopravu vzrostl na 97 % (17 kWh/den),
- podíl elektřiny na energiích po dopravu klesl na 3 % (0,6 kWh/den).

denní spotřeba energie pro dopravu na jednoho obyvatele  
v ČR



I takto malý podíl elektrické energie však v ČR zajišťuje:

- 14 % přepravních výkonů osobní dopravy,
- 19 % přepravních výkonů nákladní dopravy.

=> to dokládá vysokou efektivitu elektrické vozby, zejména kolejové.

# Aktualizovaná státní energetická koncepce České republiky

V listopadu 2012 předložilo Ministerstvo průmyslu a obchodu vládě ČR strategický dokument Aktualizovaná státní energetická koncepce České republiky (zpracovaný týmem odborníků pod vedením prof. Pačese).

Jedním z bodů koncepce je orientace ČR na jadernou energetiku, což má dva cíle:

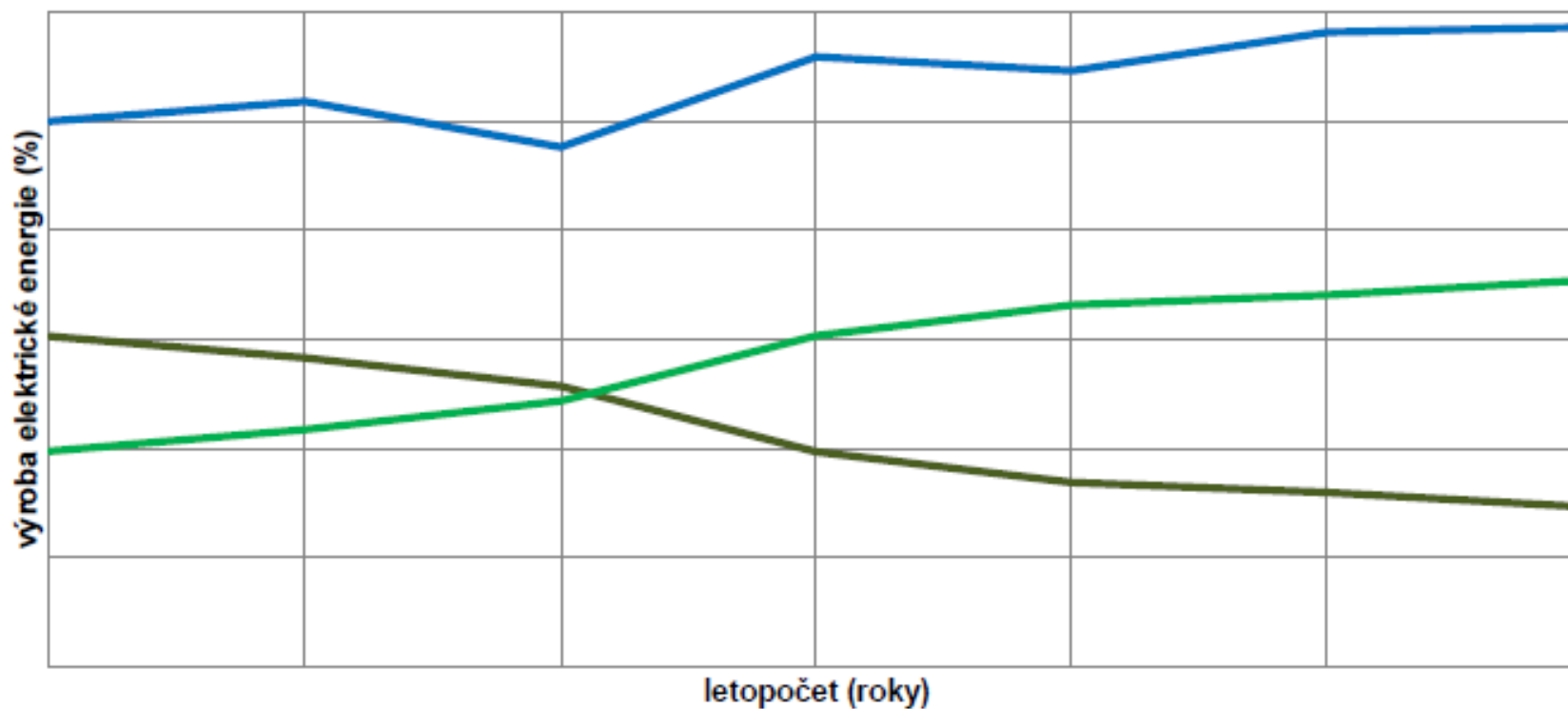
**Zvýšení podílu elektřiny** na celkové konečné spotřebě energií z dosavadních 21 % na 25 %,   
⇒ náhrada části importované ropy elektrickou energií (pokles jejího podílu na konečné spotřebě ze 30 % na 25 %),

**Zásadní proměna elektrárenství**, dosud z 61 % založeného na spalování fosilních paliv (zejména hnědého uhlí), na dominantní (71 %) roli bezemisních elektráren,   
⇒ pokles produkce CO<sub>2</sub> na výrobu 1 kWh elektrické energie pod 50 %.

# Aktualizovaná státní energetická koncepce ČR

## Výroba elektrické energie v ČR

— — —



# Aktualizovaná státní energetická koncepce České republiky

Energetická koncepce ČR řeší energetický mix nejen na straně zdrojů, ale i na straně spotřeby. A to včetně dopravy, která je významným spotřebitelem energie (20 %). Základním principem je odklon energetiky od fosilních uhlovodíkových paliv.

V dopravě předpokládá výrazný růst podílu elektrické energie:

**2012: ... 2 194 GWh (100 %)**

**2020: ... 2 684 GWh (123 %)**

**2030: ... 3 389 GWh (154 %)**

**2040: ... 4 444 GWh (203 %)**





# Aktualizovaná státní energetická koncepce České republiky

Na současné spotřebě elektrické energie pro dopravu (2 200 GWh/rok) se podílí:

- zhruba z 50 % (1 100 GWh/rok) železnice,
- zhruba z 50 % (1 100 GWh/rok) městská hromadná doprava (metro, tramvaje, trolejbusy).

**Jak a proč zvýšit spotřebu elektrické energie v dopravě o 1 200 GWh již do roku 2030?**

**Cílem není spotřebovat více energie, ale cílem je dosáhnout celkového snížení spotřeby energie:**

- zvýšit podíl efektivně využívané elektrické energie,
- to umožní snížit podíl kapalných paliv, která jsou využívána méně efektivně.

**Dvě cesty k vyšší energetické efektivnosti dopravy:**

- náhrada spalovacího motoru (účinnost 30 až 40 %) elektrickým (účinnost 90 %),
- snížení trakčního odporu (kolejová doprava, hromadná doprava – dlouhá vozidla /vlak s nízkým aerodynamickým odporem).

## Jak v městské dopravě?

Rovněž v městské dopravě je potřebné zásadním způsobem zvýšit podíl elektrické energie na úkor spalování uhlovodíkových paliv (nafta, benzin, plyn).

Na individuální elektromobily nelze spoléhat, to není základní cesta – automobily jsou svými majiteli denně využívány jen velmi krátký čas a ujedou malou vzdálenost.

Ekonomicky se nevyplatí investovat do nákupu individuálně používaného elektromobilu zaměstnaným člověkem (tedy vozidla s nízkým denním časovým využitím).

Elektromobily proto budou mít význam jen v oblastech četnějšího využívání, tedy s profesním řidičem (taxi, služební vozy, rozvážka, ...).

=> Rozhodující roli ve zvýšení podílu elektrické trakce ve městské dopravě musí zajistit vozidla denně provozovaná 12 až 18 hodin a schopná denně ujet cca 300 km. Těmi jsou vozidla městské hromadné dopravy.

## Role autobusové dopravy v MHD v ČR

**V 19 velkých městech v ČR, jejichž Dopravní podniky jsou členy SDP ČR zajišťuje povrchová elektrická vozba (tramvaje a trolejbusy) 54 % přepravní nabídky (v místových kilometrech).**

**Zbývajících 46 % přepravní nabídky zabezpečují autobusy (rok 2012):**

přepravní nabídka .....	12 351 000 000	místových km
dopravní výkon .....	151 000 000	vozových km
počet vozidel .....	2 865	vozů
spotřeba nafty .....	66 000 000	litrů/rok
náklady na naftu .....	1 836 000 000	Kč/rok
produkce CO <sub>2</sub> .....	174 000 000	kg/rok

**Perspektivní převzetí autobusové dopravy vozidly elektrické trakce je významným potenciálem rozvoje elektromobility a naplnění Aktualizované státní energetické koncepce ČR (potenciál spotřeby elektrické energie cca 240 GWh/rok).**

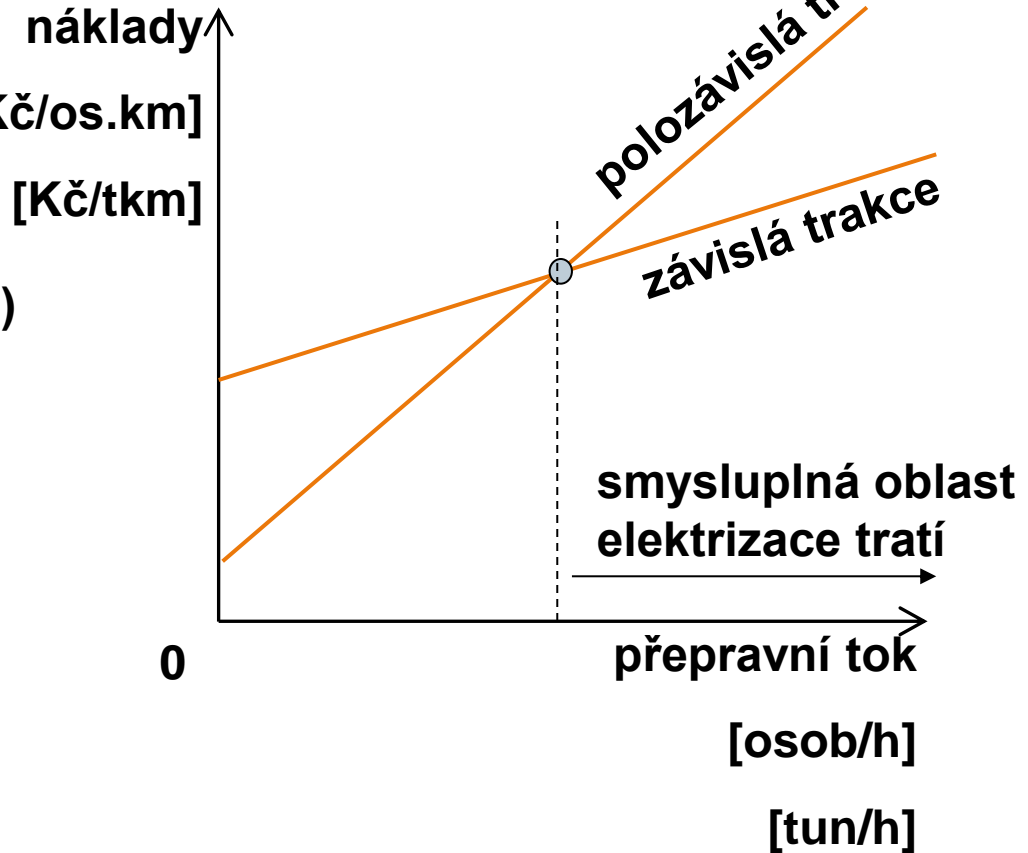
## Optimální volba

### Závislá trakce

- vysoké fixní náklady [Kč/os.km] (pevná trakční zařízení)
- nízké variabilní náklady [Kč/tkm] (levná elektrická energie)

### Polozávislá trakce

- nízké fixní náklady
- vyšší variabilní náklady (zvýšení ceny elektrické energie jejím uskladněním)

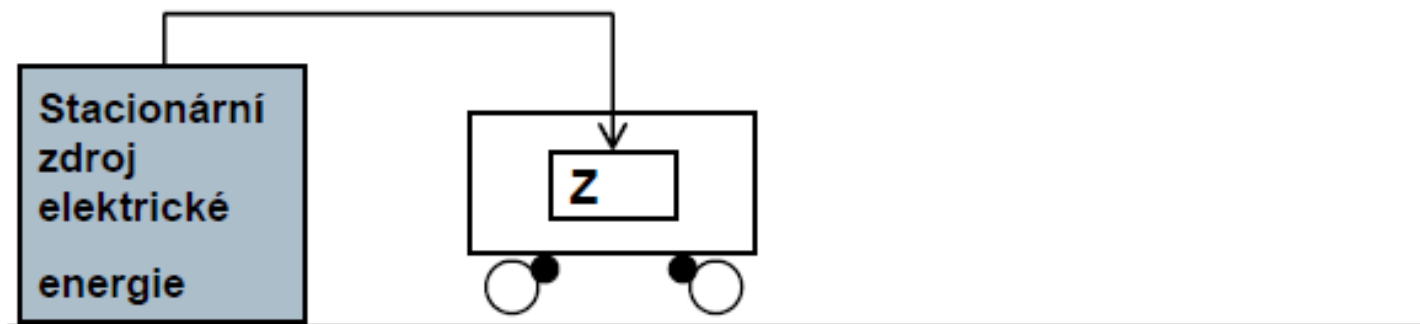


### Oblasti optimálního využití:

- dostatečně intenzivní provoz => výhodnější (levnější) je závislá trakce
- málo intenzivní provoz => výhodnější (levnější) je polozávislá trakce

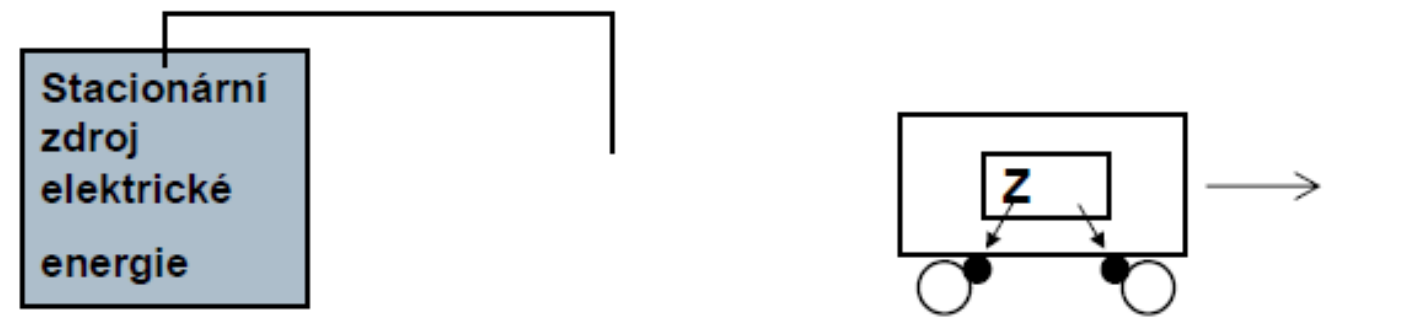
# Polozávislá elektrická vozba

1. Fáze -  
nabíjení



Zásobník energie na vozidle je nabíjen ze stacionárního zařízení

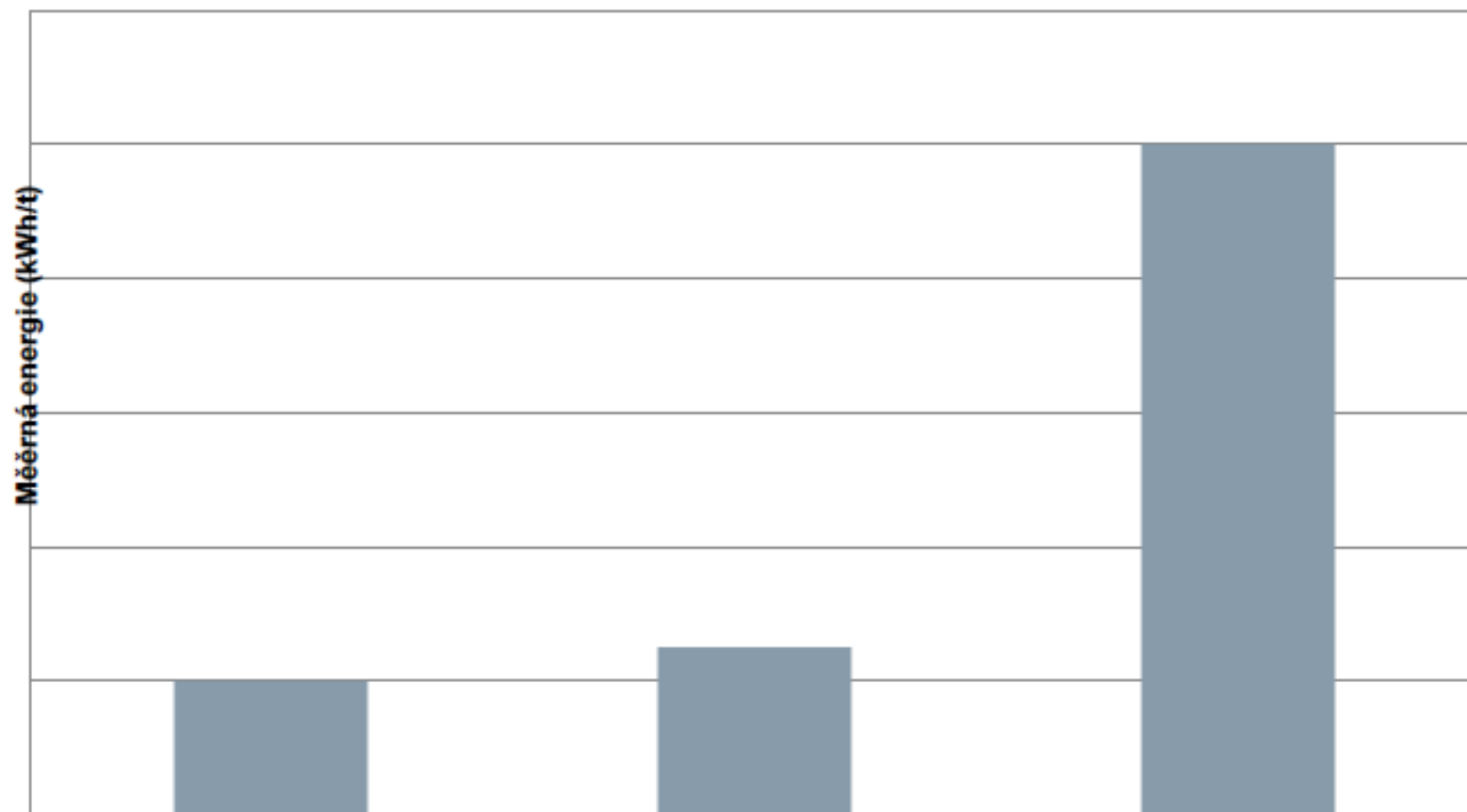
2. Fáze -  
jízda



Pohon vozidla je napájen ze zásobníku na vozidle

# Lithiové akumulátory mají čtyřnásobně větší měrnou energii, než olověné

## Měrná energie akumulátorů



## Potřebný denní dojezd

**Směrné hodnoty denní doby provozu:**

**- soukromý individuální elektromobil pod denní dojíždění do práce:**

$$L = T \cdot v = 2 \cdot 0,5 \cdot 80 = 80 \text{ km}$$

**- městský linkový elektrobus:**

$$L = T \cdot v = 15 \cdot 20 = 300 \text{ km}$$

## Potřebná velikost zásobníku energie

Běžné dvouosé trolejbusy délky cca 12 m pracují v městské dopravě s gradientem spotřeby elektrické energie pro trakci a vytápění cca 2 kWh/km. Tedy při celodenním provozu s denním proběhem (dojezdem) 300 km by potřebovaly zásobník energie schopný vydat:

$$A = E \cdot L = 2 \cdot 300 = 600 \text{ kWh/km}$$

Aktuální stav techniky (lithiový akumulátor s měrnou energií 100 kWh/t, nutnost cca 30 % rezervy na stárnutí a provozní vlivy) umožňuje takový zásobník vytvořit s jeho hmotností:

$$m = E / (c \cdot Ka) = 600 / (0,7 \cdot 100) = 8,6 \text{ t}$$

Umístit do dvouosého silničního vozidla zásobník energie o hmotnosti 8,6 t není reálné.



## Potřebná velikost zásobníku energie

### Rekuperace brzdové energie

Rekuperací lze snížit gradient spotřeby elektrické energie pro trakci a vytápění dvouosého vozidla délky cca 12 m na cca 1,5 kWh/km.

Při dojezdu 300 km/den je potřebné vybavit vozidlo akumulátorem pro odběr 450 kWh, tedy při uvažování nezbytné 30 % rezervy akumulátorem se jmenovitou energií 640 kWh. To znamená při použití lithiových článků hmotnost zásobníku energie cca 6,4 t. Ani to není reálné.

### Vytápění

Absencí vytápění lze dále snížit gradient spotřeby elektrické energie pro trakci a vytápění dvouosého vozidla délky cca 12 m na cca 1,0 kWh/km.

Při dojezdu 300 km/den je potřebné vybavit vozidlo akumulátorem pro odběr 300 kWh, tedy při uvažování nezbytné 30 % rezervy akumulátorem se jmenovitou energií 430 kWh. To znamená při použití lithiových článků hmotnost zásobníku energie cca 4,3 t. Ani to není reálné.

## Energie pro vytápění elektrobusů

### Energetická bilance spalovacího motoru:

- 30 až 40 % energie paliva se promění v mechanickou práci,
- 30 až 40 % energie paliva ohřívá výfukové plyny
- 20 až 30 % energie paliva ohřívá chladicí vodu.

### Energetická bilance trakčního elektromotoru:

- 90 až 95 % elektrické energie se promění v mechanickou práci,
- 5 až 10 % elektrické energie se promění v tepelné ztráty.

⇒pohon spalovacím motorem je energeticky nevhodný, ale produkuje dostatek ztrátového tepla pro vytápění vozidla odpadní energií,

⇒pohon trakčním elektromotorem je energeticky výhodný, proto ale neprodukuje dostatek ztrátového tepla pro vytápění vozidla odpadní energií.

# Vytápění elektrobuseů

## Možnosti vytápění elektrobuseů:

### a) Naftové

#### Není čisté řešení:

- vozidlo je nadále závislé na drahých kapalných palivech (na ropě),
- vozidlo produkuje spaliny,
- vozidlo nelze deklarovat jako bezemisní a využívat výhody s tím spojené,
- naftový agregát nedokáže v letním období chladit (klimatizovat) interiér, což již je standardem automobilů a během pár let bude i standardem MHD.

### b) Elektrické

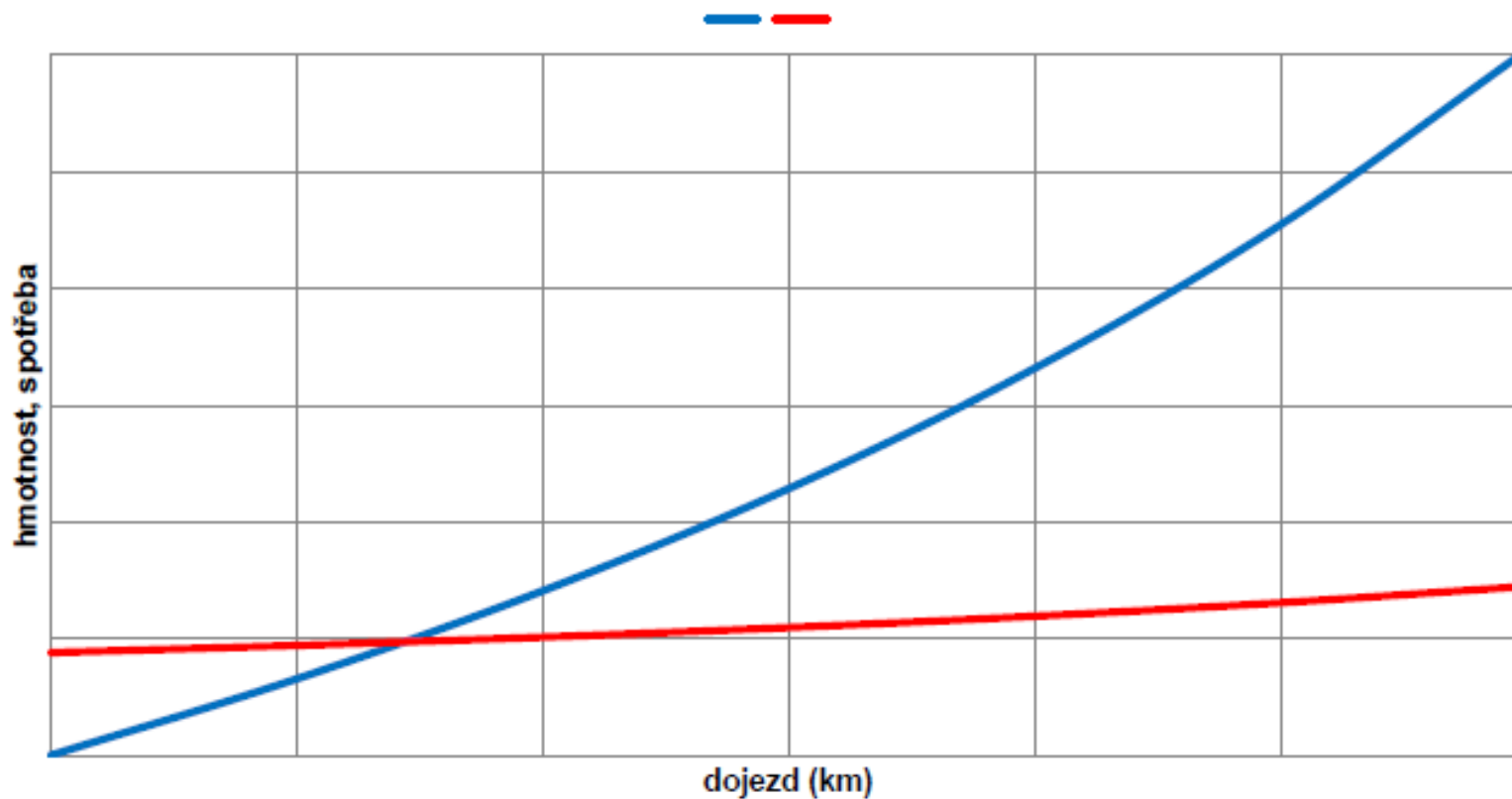
#### Je čisté řešení:

- vozidlo je nezávislé na drahých kapalných palivech (na ropě),
- vozidlo neprodukuje spaliny,
- vozidlo lze deklarovat jako bezemisní a využívat výhody s tím spojené,
- rezervu v energii akumulátoru pro vytápění lze v letním období využít pro chlazení interiéru, což již je standardem automobilů a během pár let bude i standardem MHD.

=> jednoznačným trendem u soudobých elektrobuseů je **elektrické vytápění a klimatizace** prostoru pro cestující (byť to zvyšuje dimenzování akumulátoru).

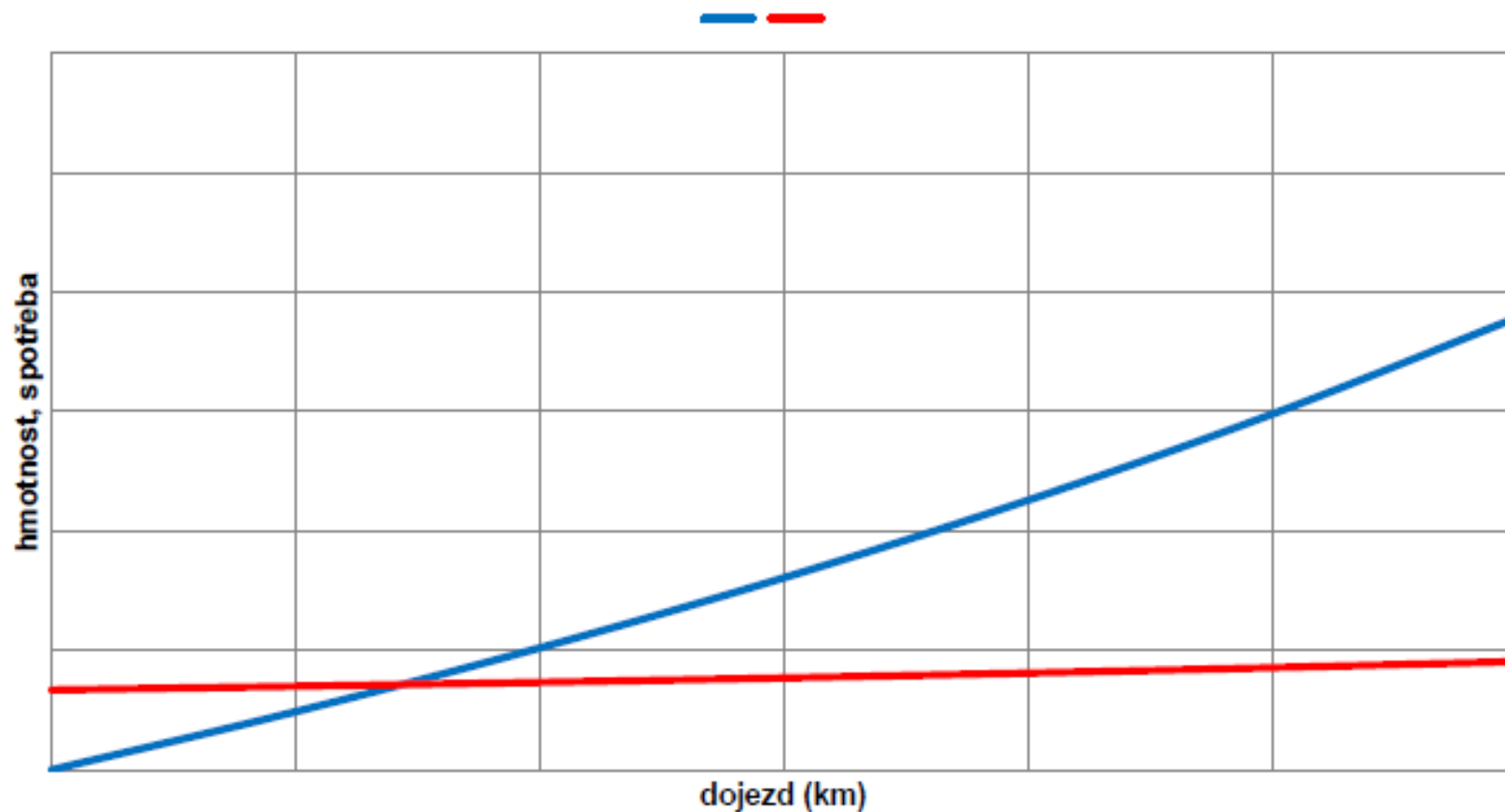
# Modelový městský elektrobus 12 m, 10 t netto

Vliv dojezdu (Li, bez rekuperace, s HVAC)



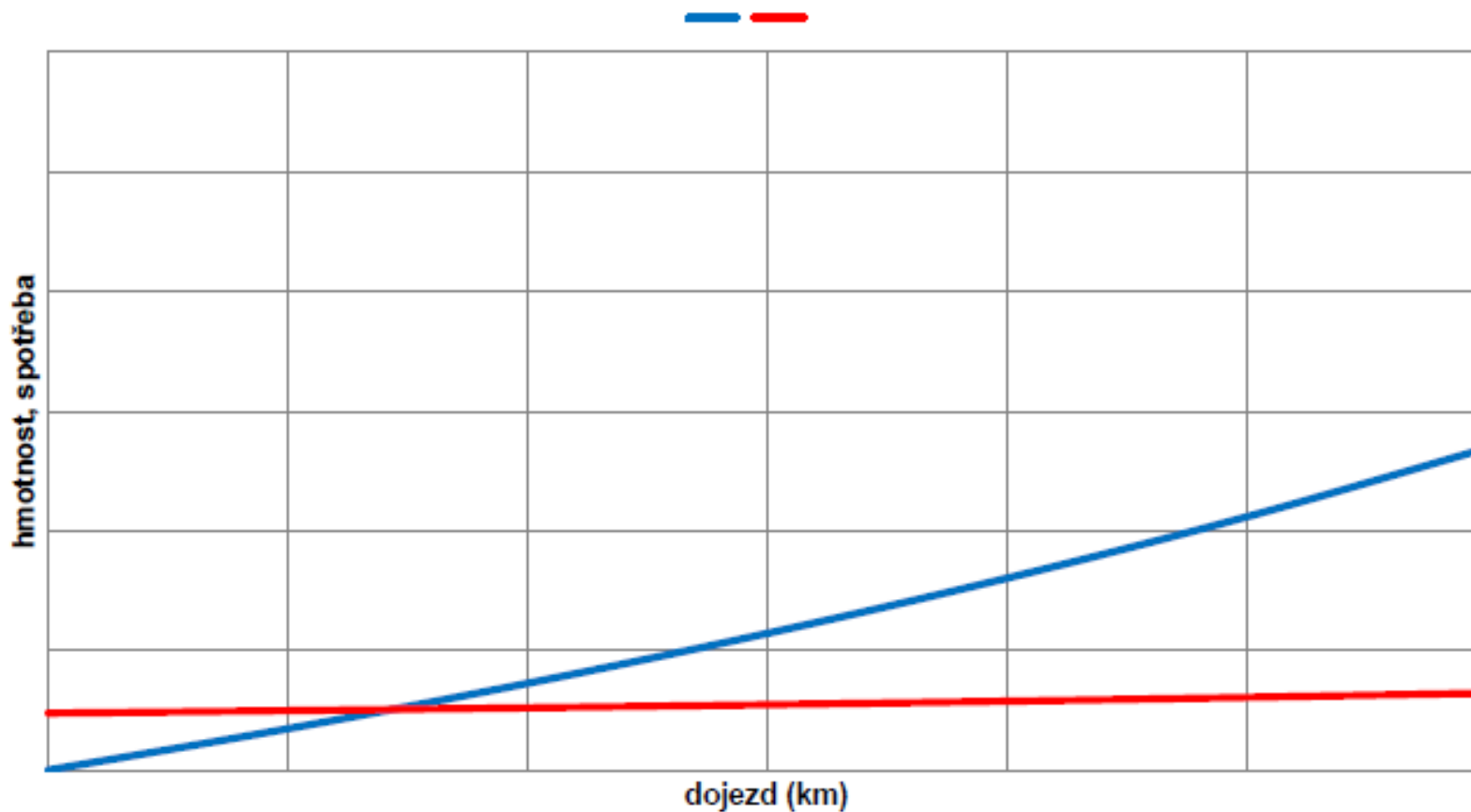
# Modelový městský elektrobus 12 m, 10 t netto

Vliv dojezdu (Li, s rekuperací, s HVAC)



# Modelový městský elektrobus 12 m, 10 t netto

Vliv dojezdu (Li, s rekuperací, bez HVAC)



## Praktická realizace elektobusů

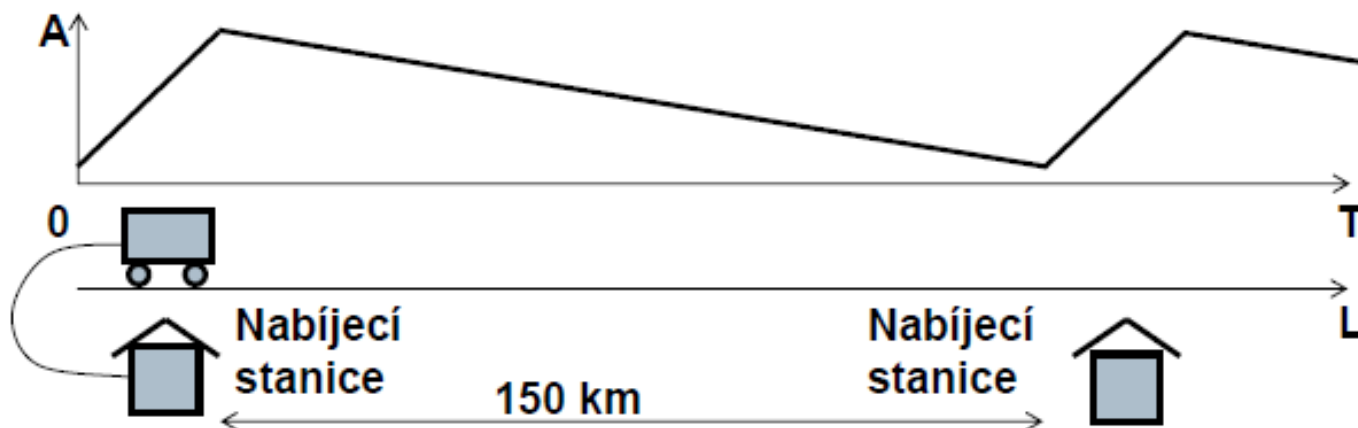
V zásadě jsou dvě možnosti technického řešení elektobusů:

- a) **Modifikované vozidlo na bázi standardně vyráběného autobusu s naftovým motorem**
    - výhoda: ověřené vozidlo, levné, dostupné náhradní díly,
    - nevýhoda: malý prostor a hmotnostní limit pro zástavbu zásobníku energie,
  
  - b) **Unikátní vozidlo koncepčně řešené jako elektobus (s velkým prostorem a hmotnostní rezervou pro zásobník energie)**
    - výhoda: potřebný prostor a hmotnostní limit pro zástavbu zásobníku energie
    - nevýhoda: neověřené vozidlo, drahé, obtížně dostupné náhradní díly.
- ⇒ druhá možnost je ekonomicky investičně i provozně neschůdná,
- ⇒ při současném stavu techniky (akumulátory 100 kWh/t) **není technicky reálné** postavit na bázi standardního autobusu elektobus **pro celodenní linkový provoz** v městské hromadné dopravě (výjimka: speciální nemocniční či turistické linky s velmi malým denním proběhem).

## Elektrobus pro stacionární dobíjení

Po nabití zásobníku energie na vozidle v nabíjecí stanici využívá vozidlo energii ze zásobníku energie až do jeho vybití.

Reálný dojezd v městském provozu (s rekuperací a elektrickým vytápěním, Li akumulátor 20 % hmotnosti vozidla): **150 km**, tedy cca 8 hodin provozu.



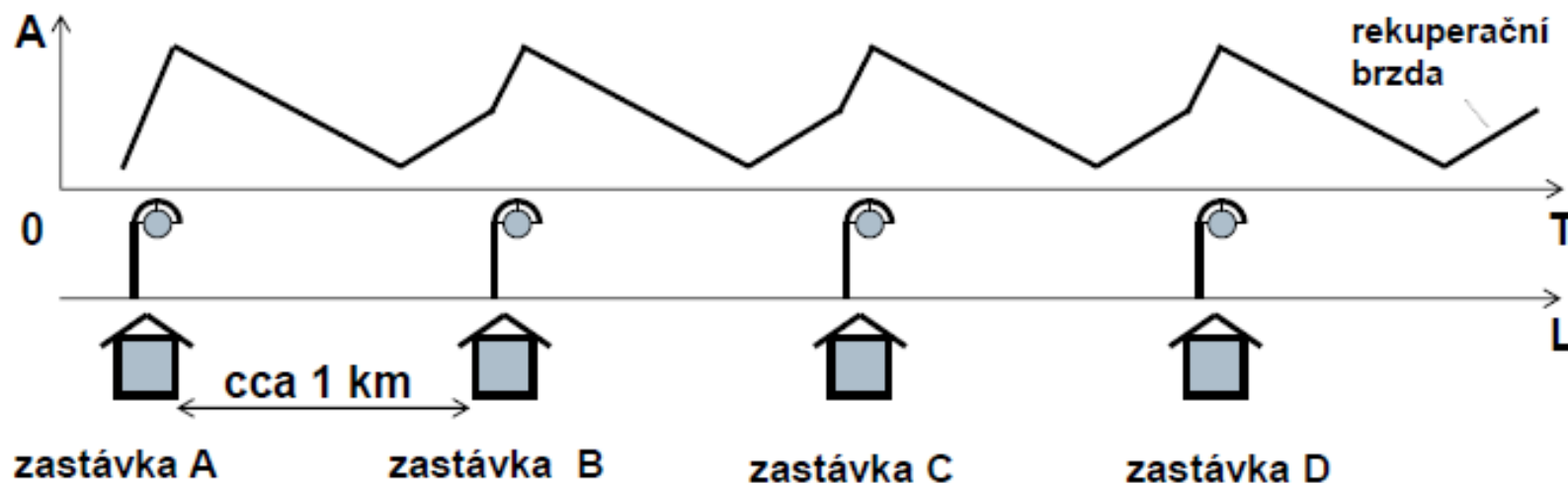


# Elektrobus pro stacionární dobíjení ze zásuvky 3 X 400 V 50 Hz



## Elektrobus – zastávkový princip (malý rychlý zásobník energie - kondenzátor)

Zásobník je dobíjen na každé zastávce (v průběhu výstupu a nástupu cestujících) po dobu cca **15 až 20 sekund** a je dimenzován pouze na jízdu k následující zastávce (dojezd na jedno nabití cca **2 km**).  
Vozidlo je na lince schopno neomezeného celodenního provozu.



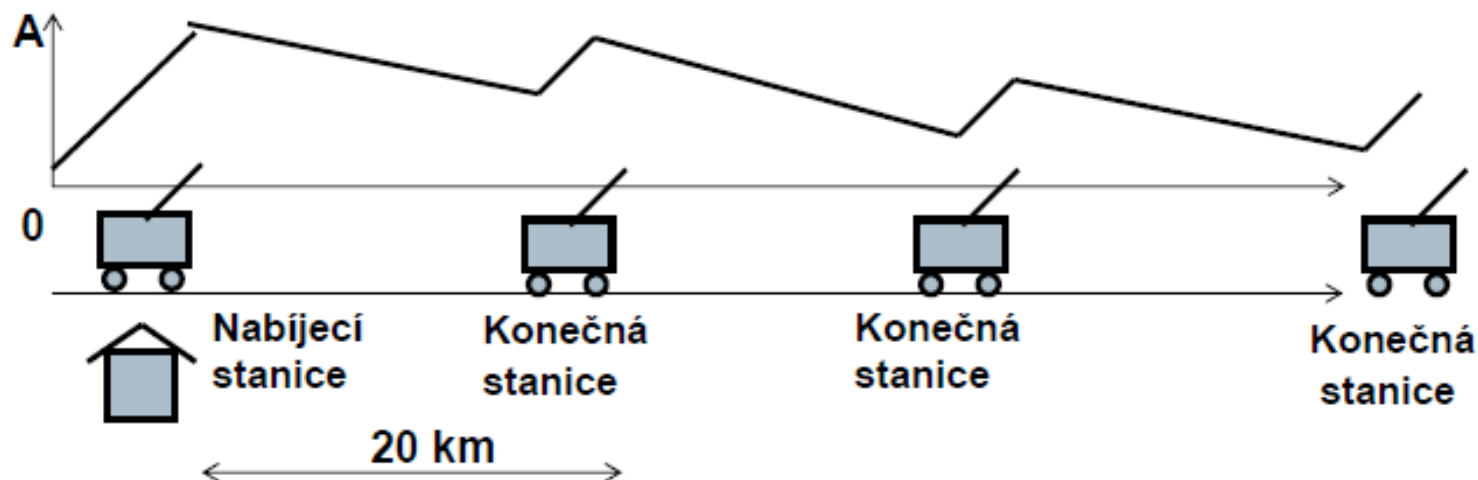
## E-BRT (electric Bus Rapid Transit)



## Elektrobus – průběžné dobíjení

Po nabití zásobníku energie na vozidle v nabíjecí stanici využívá vozidlo v průběhu provozu na lince čas pobytu na konečných stanicích k opakovanému dobíjení po dobu cca 10 až 15 minut při zhruba jednohodinovém cyklu.

Reálný dojezd v městském provozu (s rekuperací a elektrickým vytápěním, Li akumulátor 10 % hmotnosti vozidla): **300 km**, tedy cca 16 hodin (prakticky neomezený cyklus). Bez průběžného dobíjení cca 80 km.



# Elektrobus pro oběhový provoz (1-hodinový cyklus) Průběžné dobíjení na konečné stanici



# Možnosti čerpání energie pro průběžné dobíjení elektrobusesů



## a) Distribuční síť 3 x 400 V 50 Hz

- omezený výkon sítě,
- nutnost jednání s distributorem,
- výkopové práce,
- nutnost řešení přenosu energie síť – vozidlo (konduktivní či induktivní),
- drahá energie ze sítě nn

## b) Trakční napájení elektrických drah

- velký nabíjecí výkon (krátké nabíjecí časy),
- využití existujících měníren a trakčního vedení metra, tramvají a trolejbusů,
- vlastní energetická síť dopravce, příznivý vn tarif,
- výkonová rezerva v tradiční síti po nasazení moderních vozidel s rekuperací,
- levné zřízení nabíjecích míst (vzdušné vedení),
- možnost využití přebytků rekuperované energie,
- snadné a rychlé připojení sběračem.

# Aplikace průběžně dobíjených elektrobusů v systému MHD

- páteřní linky MHD jsou zajišťovány systémy s elektrickou závislou trakcí (s liniovým trakčním vedením a trakčními napájecími stanicemi): metro, tramvaje, trolejbusy,
- k přestupním stanicím na páteřních linkách svázejí, respektive rozvázejí, cestující autobusy. Ty obsluhují méně osídlených oblastí), ve kterých se z důvodu slabých přepravních proudů nevyplatí budovat liniové trakční vedení a trakční napájecí stanice.

= > v těsné blízkosti konečných autobusových linek je městská elektrická dráha. Nabízí se racionální možnost využít již existujících trakčních napájecích stanic (měníren) a trakčního vedení i k napájení nabíjecích míst pro elektrobusy.

Konečná stanice tak má nejen **přepravní význam** (přestup cestujících), ale i **energetický význam** (předávání energie).

Analogicky je možno zřizovat i parkoviště elektromobilů P + CH + R, respektive nabíjecí místa rozvážkových elektromobilů, na principu smart grids.

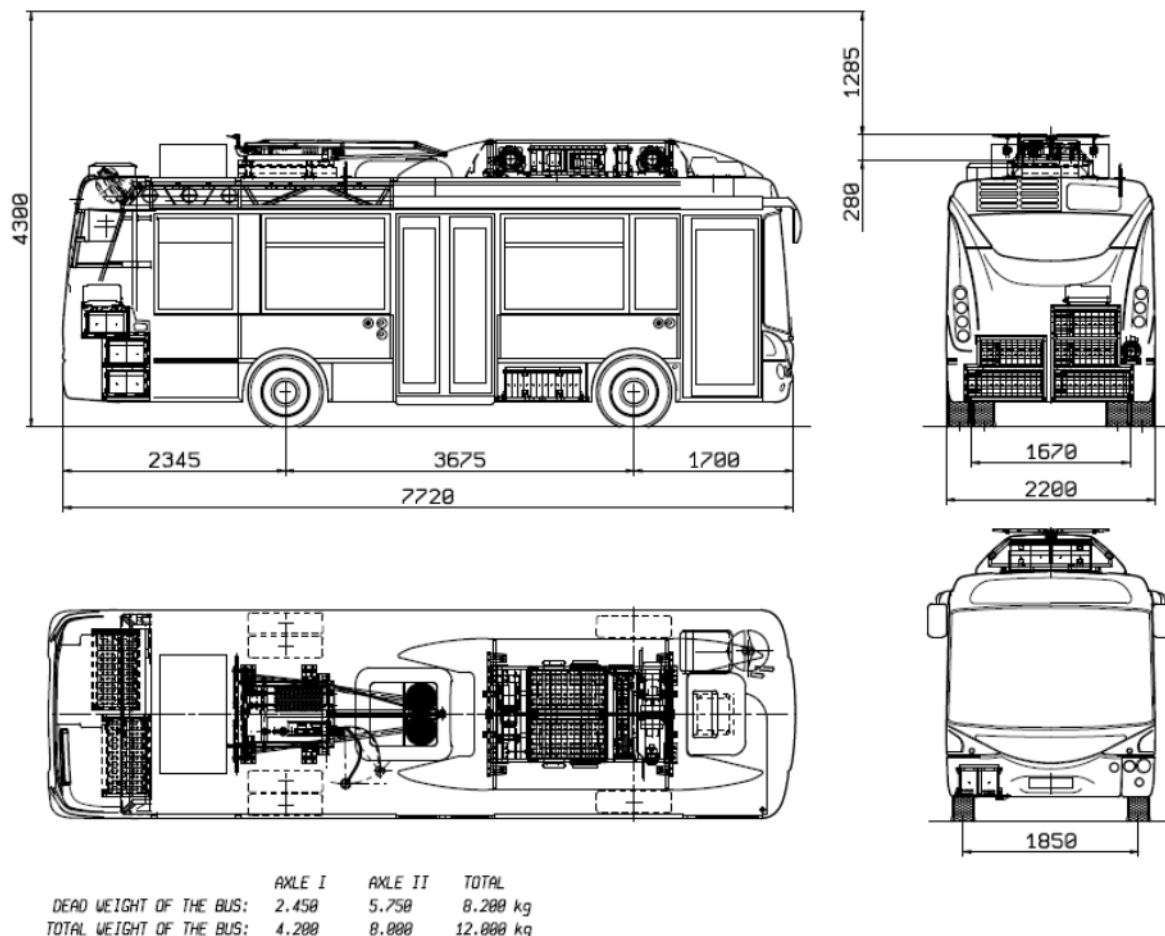
# Technické řešení elektrobusu s průběžným nabíjením

- celková hmotnost (obs.): 12 000 kg
- hmotnost prázdného vozidla: 8 500 kg
- délka: 7,720 m
- šířka: 2,200 m
- výška: 3,050 m
- rozvor: 3,675 m
- převis: 2,345 m
- nejvyšší provozní rychlost 62 km/h
- přepravní kapacita: 13 + 26 + 1 + 1  
(sedadla + stojící + osoba na vozíku + řidič)
- dojezd: neomezený  
(ve městě na určené lince)
- typ akumulátoru: LiFe (Lithium-železo)
- energie akumulátoru: 96 kWh
- klimatizace: přepravní prostor,  
elektrická
- trakční motor: třífázovýasynchroní 85/150 kW
- trakční měnič: DC-AC  
IGBT Mono
- doba nabíjení: 10-15 min / 1 hodina

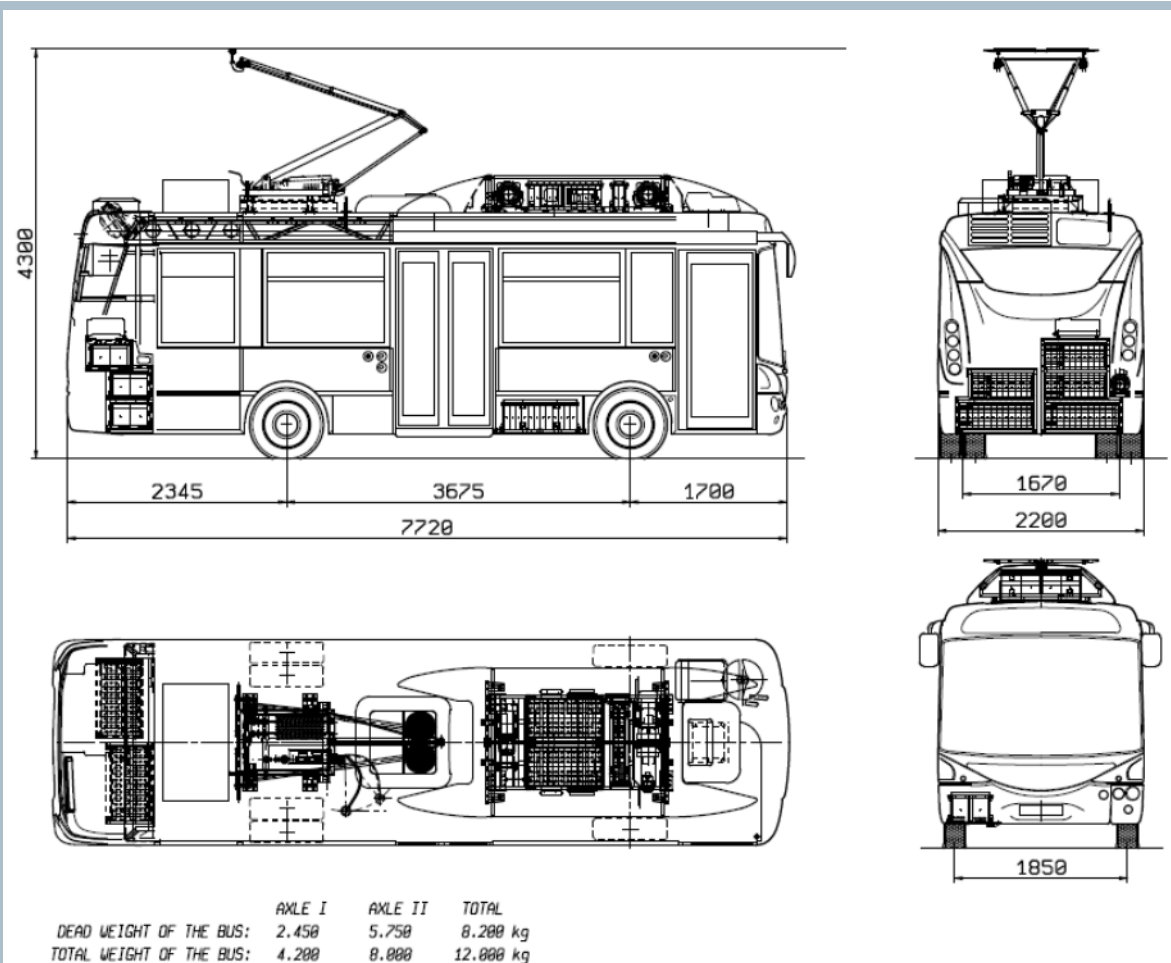




# Elektrobus se spuštěným sběračem proudu (za jízdy)



# Elektrobus se zdviženým sběračem proudu (za klidu při dobíjení)



# Napájení dobíjecího místa elektrobusů z trakčního vedení z blízké tramvajové tratě

SIEMENS



# Krátké slepé dvoustopé trakční vedení na konečné stanici určené k dobíjení elektrobusů

SIEMENS



Mendlovo náměstí – Výstaviště – Přehrada (elektroloď)

# Elektrobus Siemens - Rampini Testování v Brně 5. až 13.10. 2013



## Zvýšení podílu elektrické vozby v městské dopravě

### Výchozí stav

Elektrická vozba je podmíněna liniovou infrastrukturou - trakční vedení plus kolej (u kolejových systémů)

### Realita současnosti

a) ve městech a jejich okolí jsou především **rozvíjeny silniční komunikace** primárně určené především pro individuální automobilovou dopravu (včetně tunelů, přemostění, ...), zatím co rozvoj sítě elektrických vozidel (metro, tramvaje, trolejbusy) stagnuje

=> využít nově budované komunikace i pro MHD,

b) s růstem kultury bydlení (vysoké činžovní domy versus přízemní rodinné domky se zahradou) v okrajových oblastech měst výrazně **klesá plošná koncentrace osídlení** – elektrickou vozbu je potřebné přestat vázat jen na liniové stavby.

= > vozidla se zásobníky energie (polozávislá elektrická trakce)

**Klíčové téma: elektrobuses**

## Závěr - vývoj městské dopravy

### Trendy ve společnosti:

- **roste cena kapalných uhlovodíkových paliv => je potřebné řešit náhradu ropných paliv elektrickou energií,**
- **mění se formy osídlení měst. V důsledku růstu komfortu bydlení klesá plošná koncentrace obyvatelstva => jsou potřebné i méně kapacitní dopravní systémy.**

**Základem městské dopravy jsou systémy charakteru elektrické dráhy (metro, tramvaj, trolejbus), které jsou ekonomicky vysoce efektivní, avšak jsou racionálně použitelné jen při náležitě silných přepravních prouděch.**

**Pro ostatní oblasti se jeví vhodné doplnit městskou hromadnou dopravu i o systémy polozávislé elektrické vozby - elektrobusy.**

**Děkuji Vám za Vaši pozornost.**



**Ing. Jiří Pohl**  
Engineer Senior  
Siemens, s.r.o. / IC RL EN

Siemensova 1  
155 00 Praha 13  
Česká republika

**[siemens.cz/mobility](http://siemens.cz/mobility)**