



SIEMENS

Ing. Jiří Pohl / 18.3.2014 / Brno

Systemové řešení elektromobility ve městech

Doprava

Chůzí je člověk schopen se za 1 hodinu přemístit o zhruba 5 km při energetické náročnosti cca 0,08 kWh/km.

Pro současný životní styl tak nízká rychlost pohybu, respektive tak malý dosah mobility nestačí.

Denní přepravní výkon dosahuje v ČR 30 km na jednoho obyvatele (mimo pěší chůzi).

Velký rozsah dopravy a velká rychlost dopravy potřebují vnější energii.

Spotřeba energie pro dopravu (18 kWh/osobu/den) je v ČR dvojnásobkem spotřeby energie pro vytápění budov.

Energetická náročnost životního stylu

Současný životní styl je energeticky velmi náročný.

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 ₂
	kWh/den	kg/den	dm ³ /den	m ³ /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
celkem	106	16,2			32

Spalování uhlíku

Rovnice exotermické reakce dokonalého spalování uhlíku:

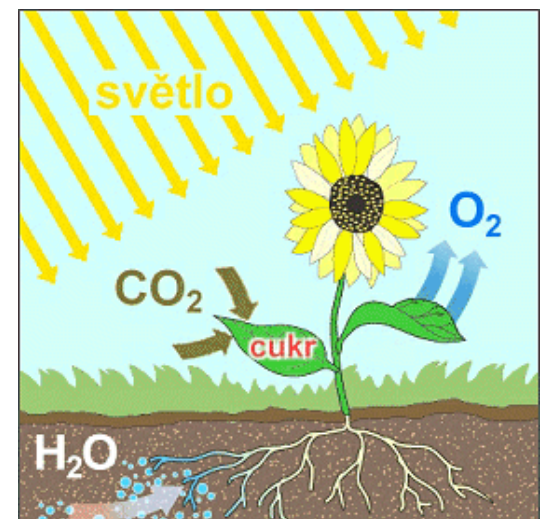


⇒ spálením 1 kg uhlíku vznikne 3,67 kg oxidu uhličitého a 9,11 kWh tepelné energie

⇒ vytvoření 1 kWh tepelné energie spalováním uhlíku je provázeno produkováním 0,403 kg CO₂.

Pokud je spalováno čerstvé přírodní palivo (např. dřevo), tak se koncentrace CO₂ v zemské atmosféře nemění – do ovzduší se vrací CO₂, který byl odebrán při vzniku paliva fotosyntézou.

Při spalování fosilních paliv koncentrace CO₂ v ovzduší roste (z historické hodnoty 285 ppm na současných cca 400 ppm).



Uhlíková stopa

Realita procesu hoření:

- spálením jednoho litru nafty se dostává do ovzduší 2,65 kg CO₂
- spálením jednoho litru benzínu se dostává do ovzduší 2,46 kg CO₂
- spálením jednoho kg zemního se dostává do ovzduší 2,79 kg CO₂

Žádný filtr, přísada do paliva či jiná konstrukce motoru touto úměrou nezmění.

Jedinou cestou ke snížení antropogenní produkce CO₂ je spalovat méně fosilních paliv, vrátit koloběh oxidu uhličitého do stavu přírodní rovnováhy s fotosyntézou.

Uhlíková stopa

Vytvoření 1 kWh mechanické práce je provázeno:

- 0,64 kg CO₂ při spalování nafty ve vznětovém motoru ($\eta = 42 \%$),
- 0,66 kg CO₂ při spalování benzínu v zážehovém motoru ($\eta = 39 \%$),
- 0,53 kg CO₂ při spalování zemního plynu (metanu) v zážehovém motoru ($\eta = 39 \%$).

Náhrada kapalných fosilních paliv plynými není efektivní cestou ke snížení produkce CO₂. Naopak dochází ke zvýšení spotřeby energie o cca 15 %, a to jak vlivem zvýšení hmotnosti vozidel o hmotnost zásobníků, tak i vlivem poklesu účinnosti motoru při náhradě zážehového zapalování vznětovým.

Finanční úspora v zásadě vzniká jen neplacením spotřební daně (u kapalných paliv cca 11 Kč/litr), která však je základním zdrojem pro financování dopravní infrastruktury.

Vývoj mobility v EU – cíle

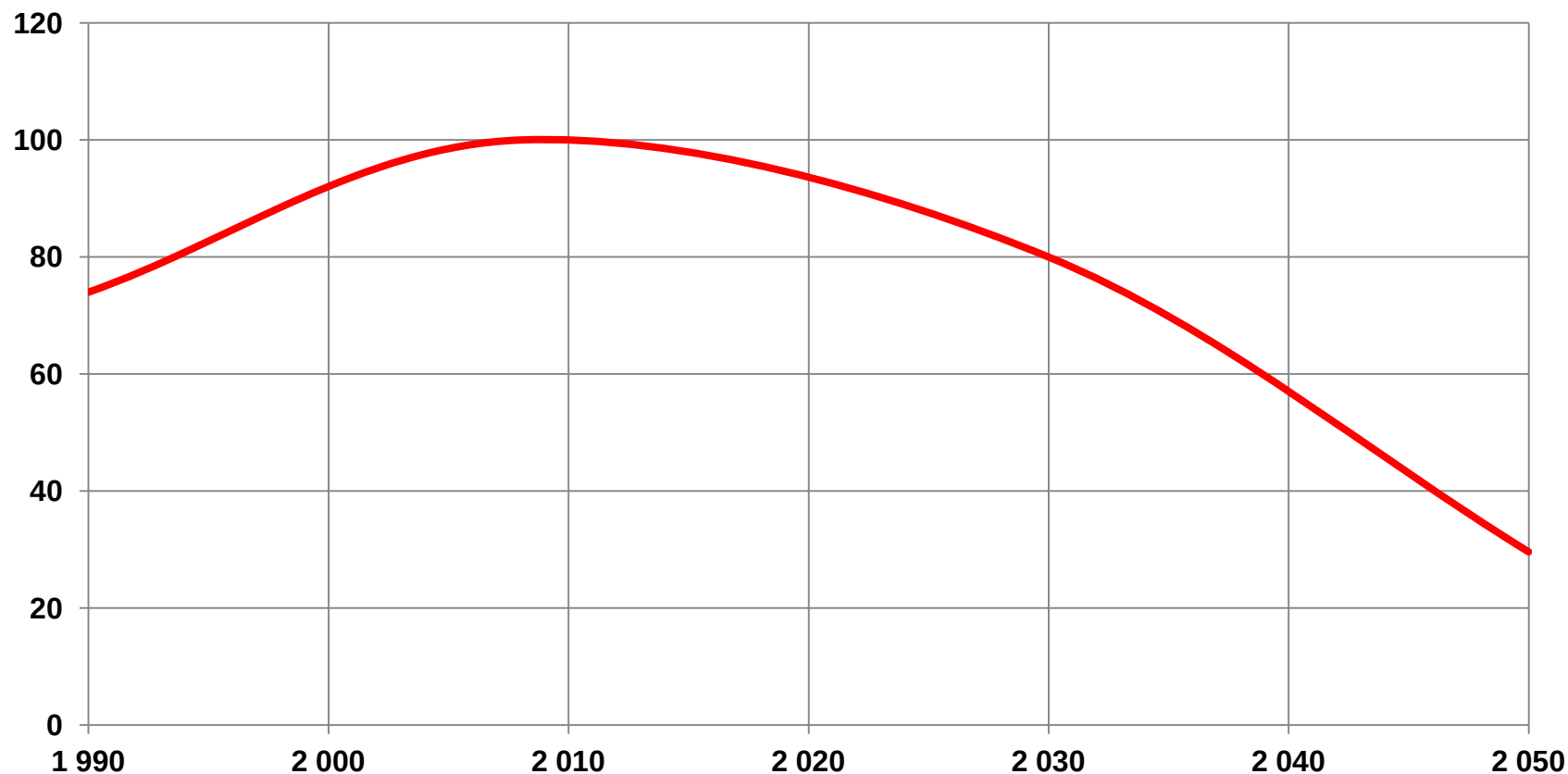
Programový dokument EU „Bílá kniha o dopravě“ (březen 2011) má tři základní a kvantifikovatelné cíle:

- 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 CO₂ 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 – cíle

**Produkce CO₂ dopravou v EU
(100 %: rok 2008)**



Vývoj mobility v EU – nástroje

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

Pro oblast městské dopravy je tento trend v Bílé knize definován zcela jednoznačně:

Z městské dopravy postupně vyloučit automobily se spalovacími motory (prioritní orientace na hromadnou dopravu s elektrickou trakcí).

Cesty k čisté mobilitě

K čisté mobilitě, tedy k dopravě nezatěžující životní prostředí exhalacemi, lze dospět kombinací tří technických kroků:

1) snížení energetické náročnosti dopravy, například:

- **zvýšení účinnosti pohonu (moderní frekvenčně řízené trakční pohony),**
- **opětné využití kinetické a potenciální energie (rekuperační brzdění),**
- **snížení valivého odporu použitím kolejové dopravy,**
- **snížení aerodynamického odporu orientací na dlouhá vozidla schopná tvořit vlak**

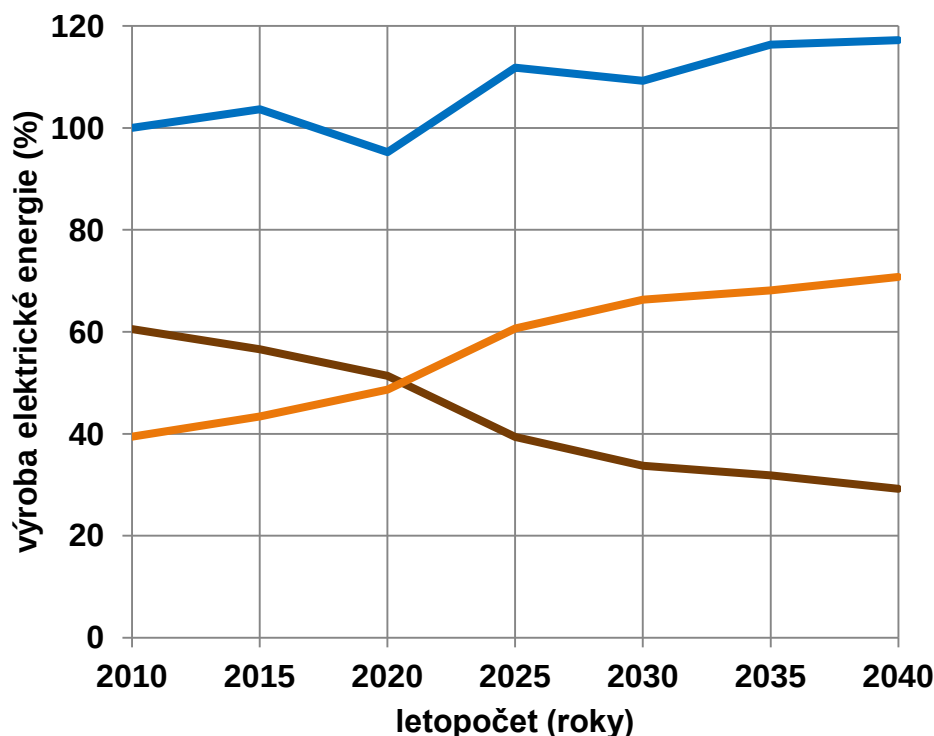
2) přechodem od pohonu spalovacími motory k elektrické vazbě,

3) změnou elektrárenství od spalování fosilních paliv k bezemisním elektrárnám.

Aktualizovaná státní energetická koncepce ČR

Výroba elektrické energie v ČR

- podíl fosilních paliv
- podíl jaderných a obnovitelných zdrojů
- celkem k úrovni roku 2010



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 %)

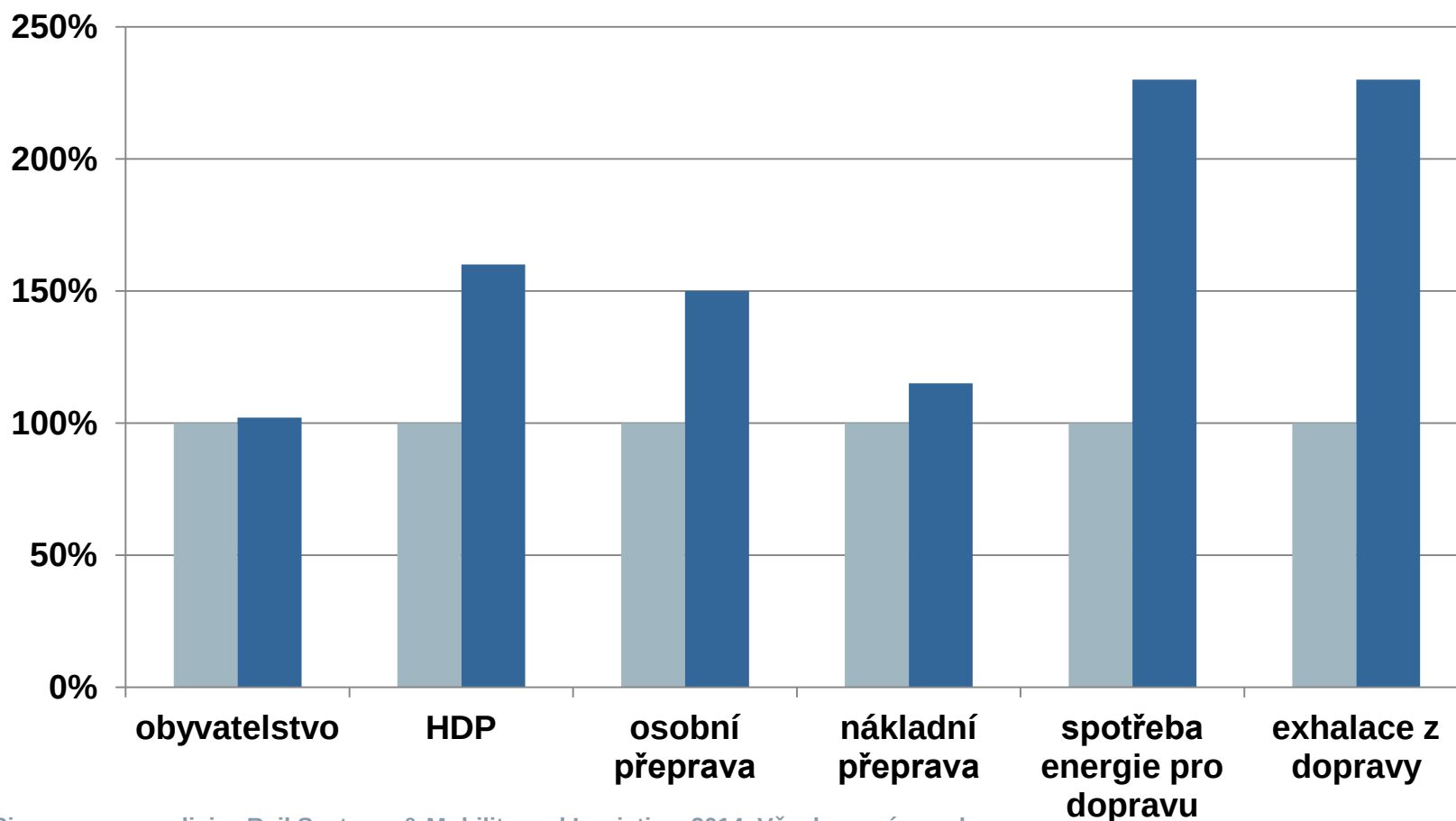
2030: ... 3 389 GWh (154 %)

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

Vývoj posledních dvaceti let v České republice

Česká republika 1993 - 2012

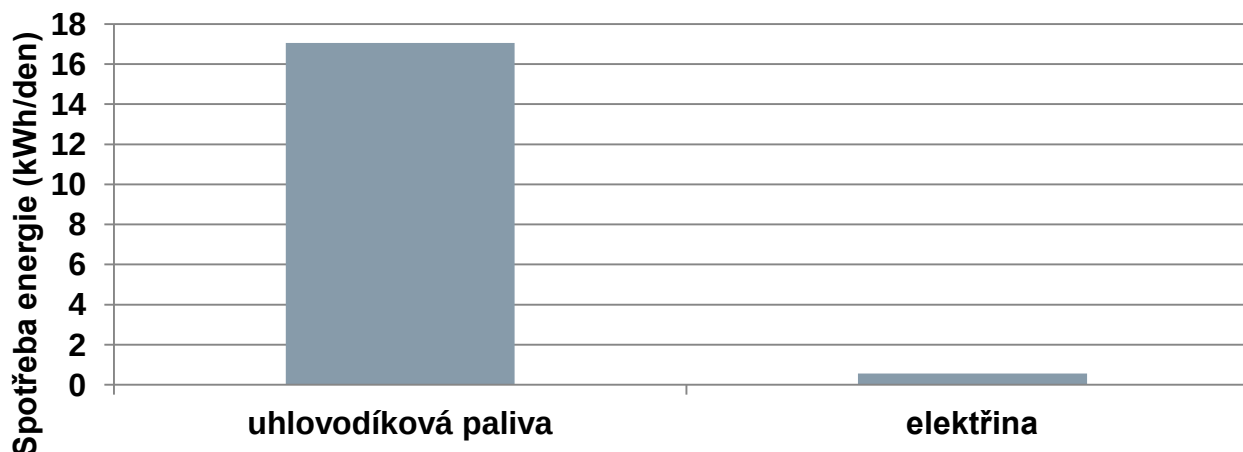
■ 1993 ■ 2012



Struktura zdrojů energie pro dopravu v ČR

- 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.

Železnice

Při dopravě velkého množství osob je železnice energeticky nejméně náročným dopravním systémem. Podpora jejího rozvoje je proto logická:

- **vysokorychlostní železniční systém umožní zvětšení poloměru izochrony denního dojíždění (1 hodina) na cca 200 km => žití státu po celé jeho ploše,**
- **vysokorychlostní železniční systém uvolní konvenční tratě pro příměstskou dopravu – podmínka pro dekoncentraci centralizovaného osídlení,**
- **dokončení elektrizace železniční sítě a přechod na jednotný systém 25 kV 50 Hz (nižší investiční i provozní náklady, vyšší výkonnost, kompaktnost vozebních ramen),**
- **vlakový zabezpečovač ETCS Level 2 (ve vazbě na digitální radiové spojení GSM-R) umožní jízdu vlaků v těsném sledu (cca 2 minuty na konvenčních tratích a cca 4 minuty na vysokorychlostních tratích).**

Metro

Příklad Praha:

Prodloužením trasy A na západní okraj města dojde k dotvoření hvězdice tří tras pražského metra, postupně budovaných od roku 1970.

Systém metra díky své dvojnásobné cestovní rychlosti vůči tramvaji (36 km/h versus 18 km/h) zvětšil poloměr izochrony denního dojíždění na dvojnásobek. Tím umožnil žití Prahy na čtyřnásobné ploše:

$$S = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot T^2 \cdot v^2 \quad (v' = 2 \cdot v \Rightarrow S' = 4 \cdot S)$$

- rostoucí délka radiál však vede k neúměrně dlouhé době cestování diagonálním směrem (z okraje na okraj s přestupem v centru),
- otázka dalších tras: jsou ještě ve městě další lokality schopné hospodárně zatížit dopravní systém této výkonnosti (ve špičce cca 21 000 osob/h/směr při intervalu 108 s a při obsazení podle standardů kvality 2,6 stojících osob /m²)?
- přichází čas úvah o zavedení dalšího dopravního systému (investičně i provozně hospodárného i při nižším přepravním zatížení)?

Tramvaje

1) Města, ve kterých tvoří tramvaje základ systému MHD

- Je potřeba zlepšit atraktivitu tramvají zvýšením jejich cestovní rychlosti nad současných cca 18 km/h, ta vede při zvyšujících se rozměrech měst příliš dlouhým dobám cestování.
- Tramvajím je potřebné dát rychlodrážní charakter (segregovaný provoz, mimoúrovňová křížení, ...).
- Do jaké míry je to v silně urbanizovaném městském území reálné?

2) Města, která provozují metro

- Topologie sítě tramvají je z velké části dědictvím minulosti (před zřízením metra, z dob menších rozměrů města).
- Tramvajové tratě jsou v řadě případů spíš tam, kde byly potřebné v minulosti (kde mívaly silné přepravní proudy), než tam, kde jsou potřebné v současnosti (kde nyní existují silné přepravní proudy) - zejména tangenty.
- Do jaké míry je to v silně urbanizovaném městském území reálné?

Autobusy

Navzdory všeobecně respektovaným strategickým dopravním a energetickým cílům EU a ČR dochází ve městech nárůstu autobusové dopravy a to i na úkor elektrické vozby, zejména tramvají. Růst výkonů autobusové dopravy má nežádoucí energetické a environmentální dopady.

Příčiny tohoto stavu jsou zákonité a trvalé i do budoucích let:

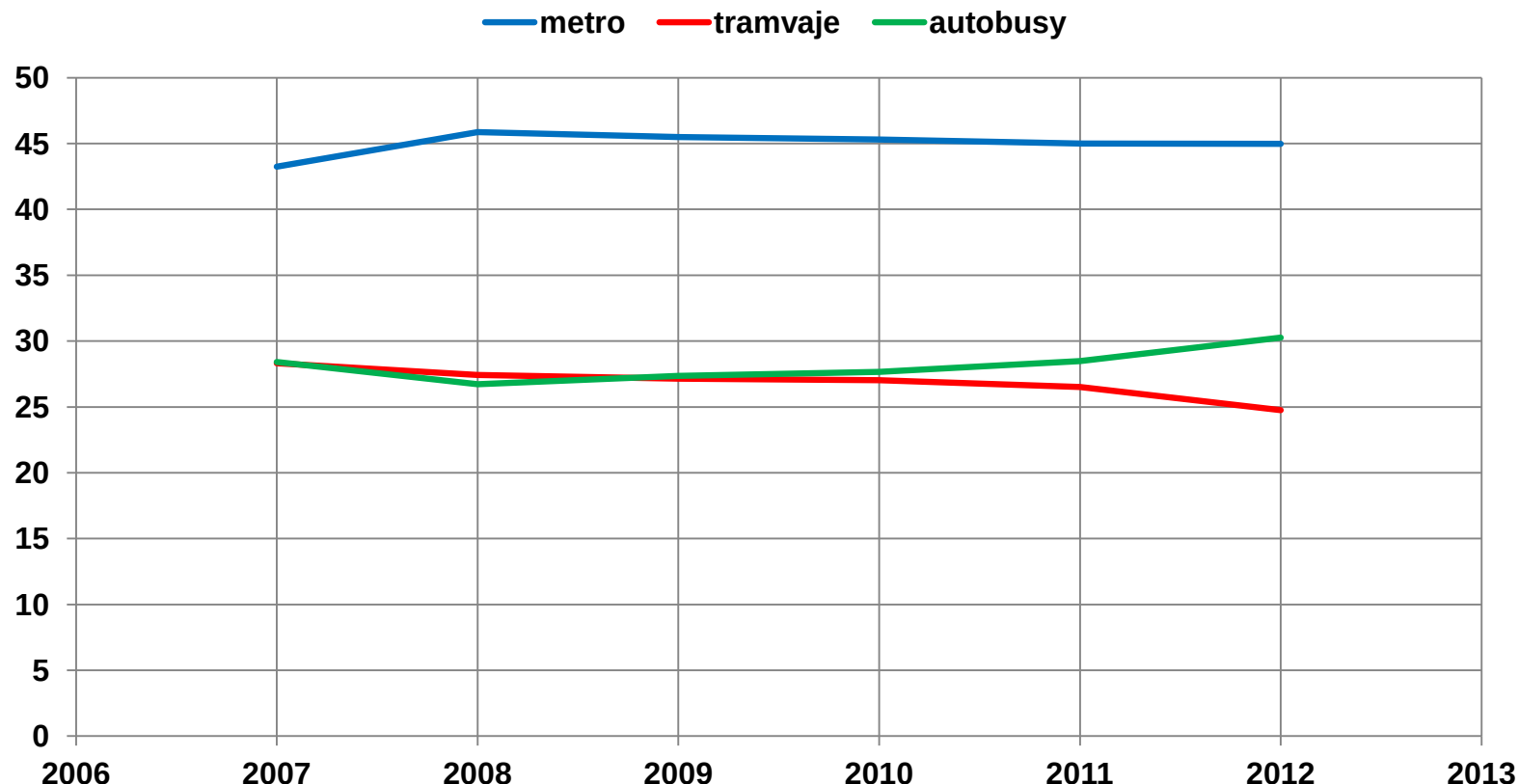
1) odklon od bydlení v mnohapodlažních domech na sídlištích k bydlení v menších domcích se zahrádkami vede k významnému snížení plošné koncentrace obyvatelstva .

Do řídce obydlených oblastí se nevyplatí budovat dopravní systémy s drahou liniovou infrastrukturou, byť právě tam je tichá a čistá doprava potřebná,

2) mohutnými investicemi je řadu let systematicky budována síť kvalitních městských silničních komunikací s mimoúrovňovým křížením a s tunely, primárně určená potřebám individuální automobilové dopravy, avšak využitelná i pro městské autobusy. Autobusové linky tím získávají rychlé a přímé trasy. Tradiční linky MHD (tramvaje) však zůstávají vedeny ve svých historických trasách úzkými ulicemi přes obtížně průjezdné křižovatky a přes centrum.

Příklad: vývoj struktury přepravy v Praze (jen město - bez vnějších pásem, všichni dopravci)

podíl jednotlivých druhů dopravy na počtu přepravených osob (%)



- v roce 2009 připadlo na 1 cestujícího v tramvaji 1,01 cestujících v autobuse
- v roce 2012 připadlo na 1 cestujícího v tramvaji 1,22 cestujících v autobuse

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 ₂	174 000 000 kg/rok

Trendy v rozvoji měst (vývoj urbanizace území, výstavba silniční sítě, zejména tangent) přirozeně vedou ke zvyšování kvality a atraktivity, a tedy i kvantity, autobusové dopravy.

Výše uvedená čísla proto mají do budoucna tendenci růst, což z energetických a environmentálních důvodů není příznivé. Nebo musí přijít systémová změna.

Rozvoj elektromobility v městské hromadné dopravě

Je zřejmé, že pro soulad cílů EU i ČR v oblasti dopravy a energetiky je potřebné zvyšovat podíl elektrické vozby.

Vedle dalšího rozvoje metra a tramvají je potřebné též odpoutat elektrickou trakci od kolejí, umožnit ji i bez investičně náročného budování kolejové infrastruktury.

Převod autobusové dopravy od spalování uhlovodíkových paliv na elektřinu má více reálných podob. Moderní technická řešení již jsou k dispozici.

Významným mezníkem je možnost aplikace lithiových akumulátorů, které mají oproti doposud používaným olověným akumulátorům čtyřnásobně větší měrnou energii (100 kWh/t versus 25 kWh/t).

Kummlerův vztah

Již před sto lety definoval švýcarský elektrotechnik Hermann Kummler (1863 – 1949) zákonitosti dojezdu akumulátorových vozidel:

Energie akumulátoru je dána součinem jeho měrné energie a hmotnosti:

$$E_a = k_a \cdot m_a \quad (\text{kWh; kWh/t, t})$$

Trakční energie je dána součinem měrné spotřeby energie, hmotnosti a dojezdu vozidla:

$$E_t = e \cdot m \cdot L \quad (\text{kWh; kWh/tkm, t, km})$$

Poměrná hmotnost akumulátoru je přímo úměrná dojezdu vozidla:

$$m_a / m = e \cdot L / k_a \quad (\text{t/t; t,t})$$

Kummlerův vztah

Příklad: bezemisní městský elektrobus (celková měrná spotřeba 0,09 kWh/tkm) vybavený lithiovým akumulátorem (100 kWh/t, 30 % rezerva - tedy využitelná energie 70 kWh/t)

Potřebná hmotnost akumulátoru:

$$m_a/m = L \cdot e / k_a = L \cdot 0,09/70 = 0,0013 \cdot L$$

L	km	100	200	300
m_a/m	%	13	26	39
m_{a18}	t	2,3	4,7	7,0

Typický denní proběh městského autobusu:

$$L = v_o \cdot T_s = 18 \text{ km/h} \cdot 18 \text{ h} = \text{cca } 300 \text{ km}$$

Potřebná poměrná hmotnost akumulátoru:

$$m_a/m = 0,0013 \cdot L = 0,0013 \cdot 300 = 0,39$$

(tedy např. pro vůz délky 12 m: 7 t z 18 t, to není reálné)

=> Moderní technika přinesla velký pokrok v oblasti vozidel polozávislé elektrické trakce. Avšak stále ještě není reálné stavět bezemisní městské elektrobusy, schopné zajistit na jedno nabití celodenní linkový provoz náhradou za autobus.

Bezemisní elektrobusesy

Měrná spotřeba energie elektrického vozidla je funkcí rychlosti a má tři složky:

- konstantní (odpor valení a sklon) ... a ,
- kvadratickou (aerodynamický odpor a kinetická energie) ... cv^2 ,
- reciprokou (vedlejší spotřeba, v zimě zejména topení) ... p/v ,

$$e = a + cv^2 + p/v \text{ (kWh/tkm)}$$

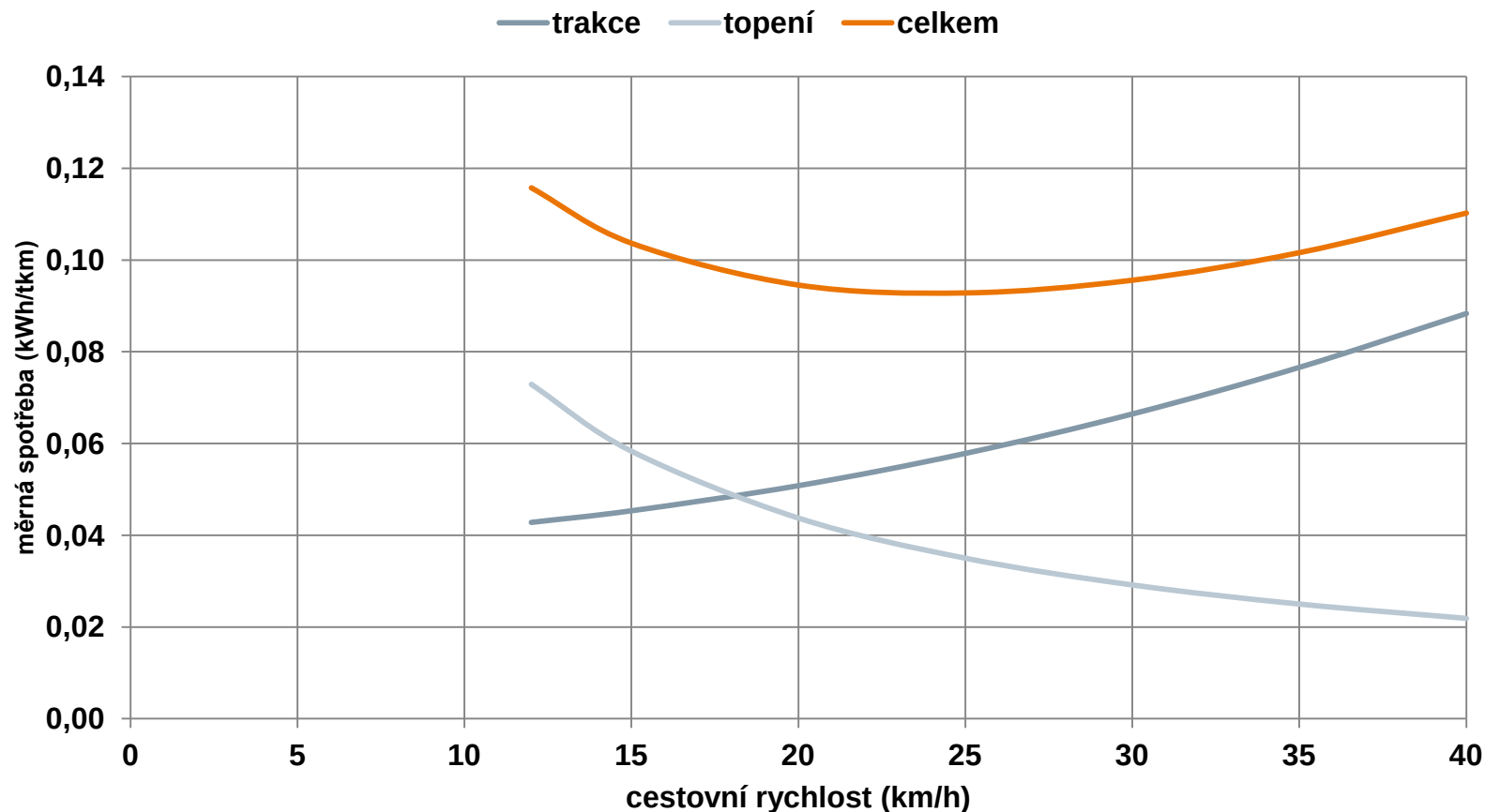
V městské hromadné dopravě má, vlivem nízké cestovní rychlosti, dost zásadní význam reciproká složka (p/v), vyjadřující příkon vedlejší spotřeby (zejména topení).

Zpočátku byly stavěny elektrobusesy s naftovým topením. V zimním období však spotřebovaly zhruba stejně energie nafty pro topení, jako elektriny pro pohon a produkovaly zplodiny hoření.

Aktuálně jsou prakticky výhradně žádána bezemisní vozidla (zero emission), tedy vozidla s elektrickým pohonem i topením, respektive klimatizací (jasný trend).

Měrná spotřeba elektrické energie elektrobuse

měrná spotřeba městského elektrobuse
(směrné hodnoty)



Průběžně dobíjené elektrobusesy

Současný stav techniky (lithiové akumulátory s měrnou energií 100 kWh/t) neumožňuje vytvořit bezemisní elektrobusesy s dojezdem kolem 300 km, potřebným pro náhradu běžných linkových autobusů MHD.

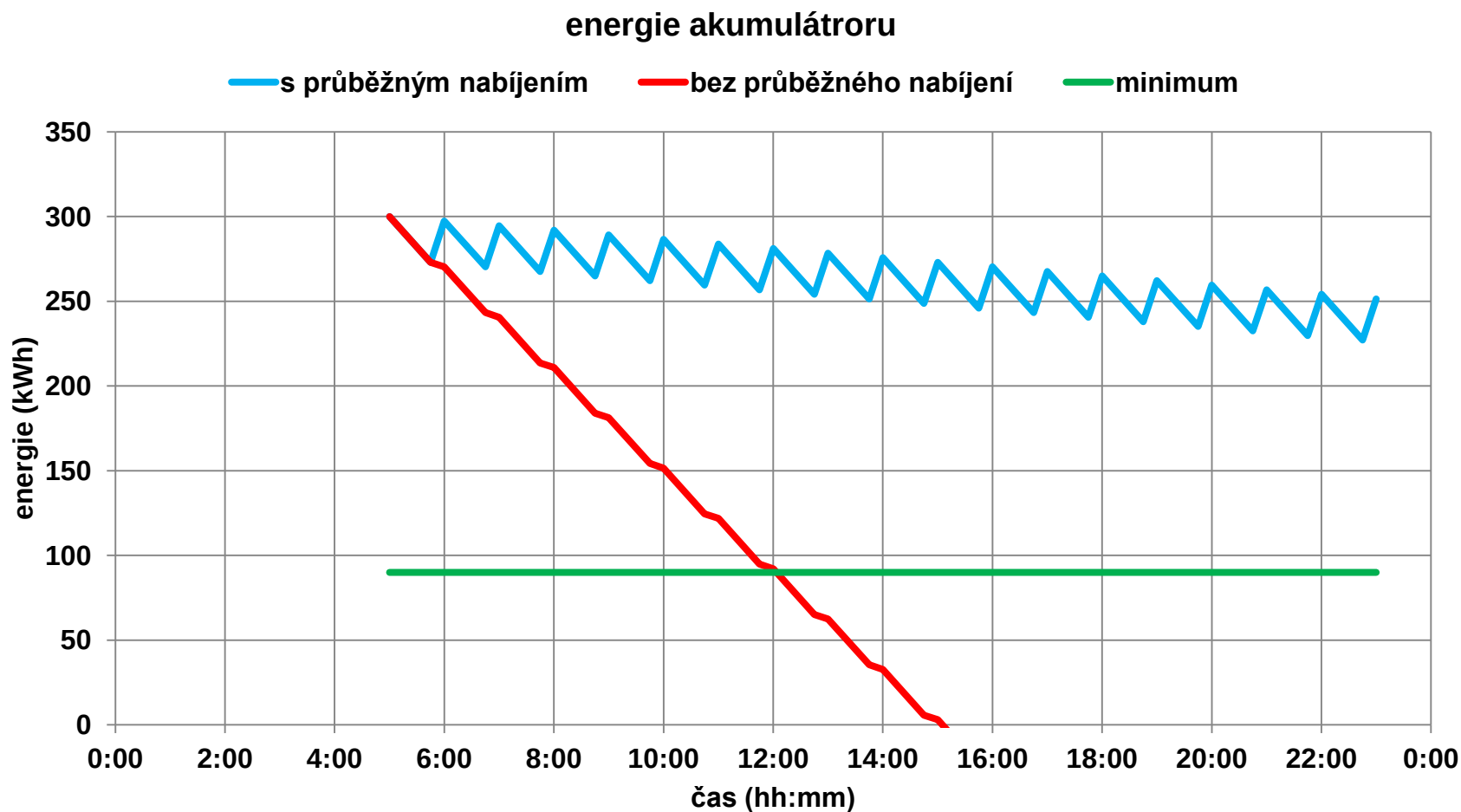
Řešením jsou průběžně nabíjené elektrobusesy:

- a) nabíjené na zastávkách (s kondenzátorovými zásobníky energie),**
- b) nabíjené na konečné (s elektrochemickými akumulátory).**

Nabíjení na zastávkách je vhodné pro nově budované dopravní systémy (elektrické napájení nabíjecích bodů je zřízeno v průběhu výstavby komunikace) – viz například tramvaje Katar

Nabíjení na konečných je vhodné zejména pro již existující dopravní systémy (náhrada tradičních autobusů), u kterých není finančně reálné budovat nabíjecí body na jednotlivých zastávkách.

Průběžně dobíjené elektrobusy umožňují v daném pracovním cyklu neomezený denní proběh (v noci probíhá vyrovnávací nabíjení) – ilustrativní příklad (akumulátor cca 3 t)



Průběžně dobíjené elektrobusy

Časová náročnost doby průběžného nabíjení je dána poměrem nabíjecího výkonu a středního vybíjecího výkonu:

$$T_n/T = P_v / (P_n + P_v) \text{ (h/h)}$$

Typická hodnota je zhruba 25 % (například cca 15 minut z 60 minutového cyklu).

Doba potřebná pro nabíjení zpravidla nezhoršuje produktivitu provozu vozidel, neboť v městské autobusové dopravě je obvyklé, že vozidla stráví přibližně 33 % času pobytem na konečných z provozních důvodů (vyrovnání jízdního řádu, odpočinek řidiče, rezerva na nepravidelnosti).

Poměrnou dobu pobytu na konečných lze snadno zjistit z poměru oběhové a cestovní rychlosti:

$$T_k/T = (v_c - v_o) / v_c \text{ (h/h)}$$

Typicky: $T_k/T = (v_c - v_o) / v_c = (24 - 16) / 24 = 0,33$ (např. 20 minut ze 60 minut)

Průběžně dobíjené elektrobusesy

**Pro napájení nabíjecích míst
na konečných lze použít
elektrickou energii:**

- a) z distribuční sítě 3 AC 400 V 50 Hz,**
- b) z trakční sítě 600 V DC, respektive
750 V DC, z pevných trakčních
zařízení již existující elektrické
dráhy (metro, tramvaj, trolejbus).**



Průběžně dobíjené elektrobusesy

Pro města s již zavedenou elektrickou dráhou (metro, tramvaj, trolejbus) je mnohem výhodnější používat napájení nabíjecích míst z trakčního systému 600 V nebo 750 V DC, než napájení z nn distribuční sítě 3 AC 400 V 50 Hz, a to z mnoha důvodů:

- **levnější (zhruba poloviční) cena elektrické energie, nakupované ve velkém z vn distribuční sítě 3 AC 22 kV 50 Hz,**
- **možnost úspor energie využitím přebytků rekuperované brzdové energie v síti existující elektrické dráhy (dosud mařené v brzdových odpornících vozidel),**
- **schopnost dodávat vysoké výkony bez zesilování a prodlužování distribuční sítě,**
- **využití instalovaného výkonu měníren, původně dimenzovaných na provoz vozidel s ne hospodárnou odporovým řízením, nyní (po příchodu moderních vozidel s pulsním řízením a rekuperací) výkonově nevyužitých,**
- **nejsou nutné výkopové práce a výkup pozemků, stačí krátké vzdušné vedení,**
- **přirozené přestupové vazby vedou k minimální vzájemné vzdálenosti obou systémů.**

Propojení dopravních a energetických sítí

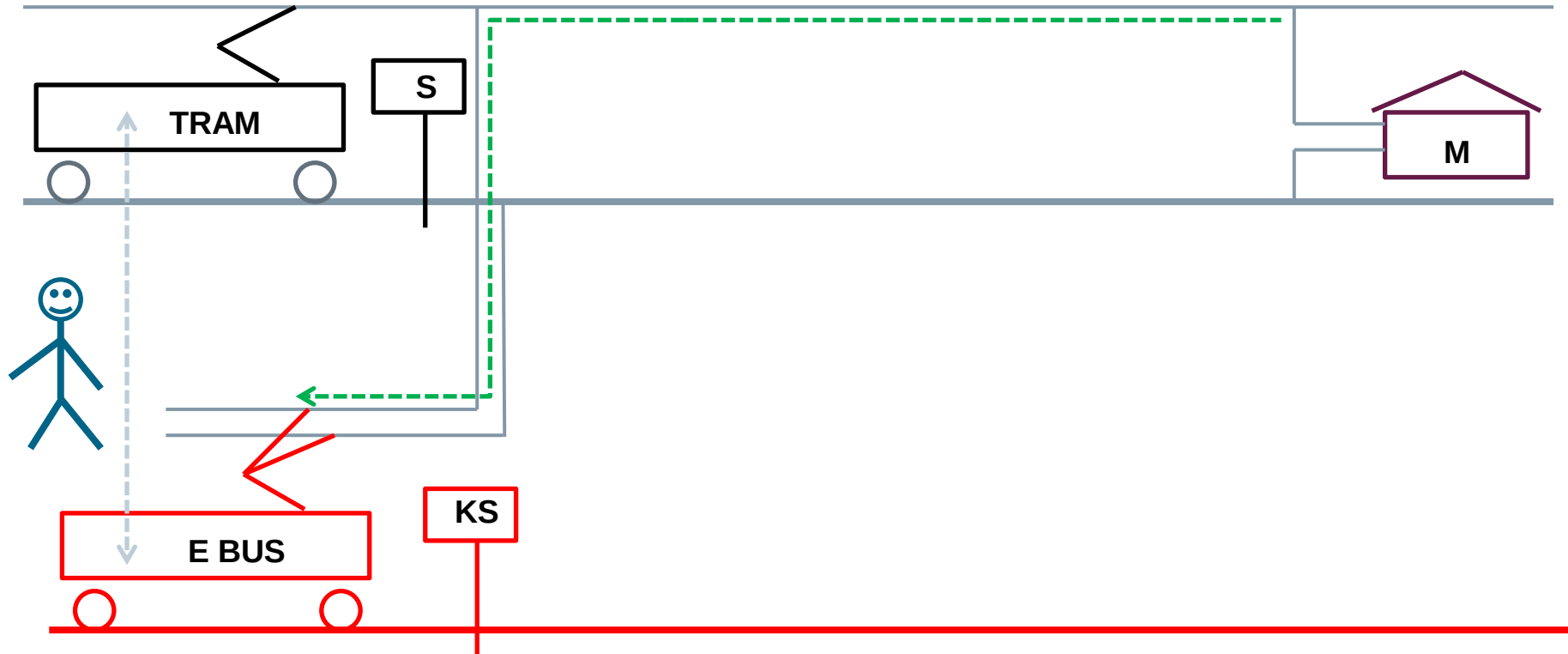
Městská hromadná doprava je tvořena kombinací různých více dopravních systémů, které plní různé úlohy:

- a) páteřové linky k propojení různých částí města (silné přepravní proudy, velkokapacitní vozidla, krátký interval, stálá trasa – vhodné pro liniové elektrické napájení),**
- b) Místní linky k plošné obsluze území (slabší přepravní proudy, menší vozidla, delší interval, flexibilní trasa – nevyplatí se budovat liniové elektrické napájení).**

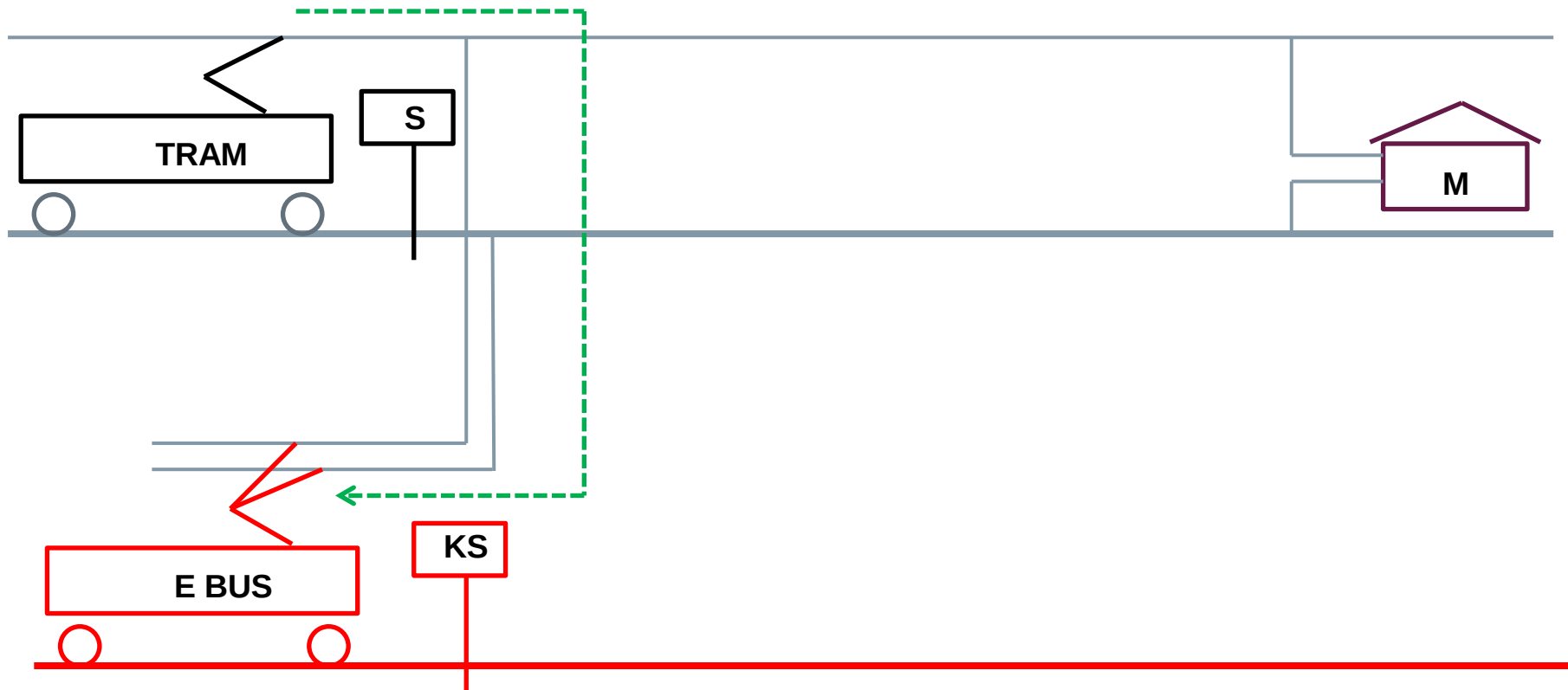
Různé dopravní systémy jsou propojeny přestupními vazbami, které jsou řešeny s cílem zajistit tarifní, časovou a prostorovou návaznost.

Tradiční prostorová návaznost páteřových a místních linek v přestupních bodech vytváří vhodné podmínky pro využití pevných trakčních zařízení již existujících páteřových linek městských elektrických drah (metro, tramvaje, trolejbusy) též k napájení nabíjecích bodů na konečných stanicích návazných místních linek (dosud autobusových).

Propojení dopravních a energetických sítí v přestupních bodech



Předávání brzdové energie (dosud mařené v odporu tramvaje)



Propojení dopravních a energetických sítí

Pevná trakční zařízení (napájecí stanice a trakčního vedení) elektrických drah (metro, tramvaje a trolejbusy) lze použít nejen pro napájení závislých vozidel na nich provozovaných, ale i pro napájení nabíjecích stanovišť polozávislých vozidel provozovaných v jejich blízkosti.

To přináší pozitivní momenty:

- **další zhodnocení již v minulosti vybudovaných pevných trakčních zařízení,**
- **zvýšení efektivity (návratnosti) nových investic do stavby dalších drah metra, tramvají a trolejbusů jejich širším využitím.**

Proto je na místě vnímat a využívat elektrické dráhy nejen jako dopravní síť, ale i jako všeobecněji využitelnou energetickou síť.

Integrovaná role MHD v oblasti elektromobility

Elektromobily pro individuální potřebu přejímají mnohé systémové nevýhody IAD (denní doba využití cca 1 hodina, 23 hodin denně překáží) a proto nemohou být nosným trendem elektromobility.

Jak z hlediska efektivního využití investic, tak z hlediska úspor uhlovodíkových paliv i poklesu exhalací je základem úspěšné aplikace elektromobility orientace na hromadnou dopravu.

Jejím doplňkem však mohou být, zejména v oblastech se slabými přepravními proudy, individuální elektromobily.

Proto má logiku zřizovat u stanic MHD s elektrickou vozbou parkoviště P + CH + R s veřejnými nabíjecími stanicemi (s garantovanou dobou nabití na bázi smart grid).

Analogicky lze veřejné nabíjecí stanice využít i pro vozidla zajišťující zásobování a služby (úklid), respektive pro obecní (sdílené) elektromobily

Aplikace elektrobusesů s průběžným nabíjením

- **Vysoká četnost zastávek (záměrných i nechtěných) vedou v městském linkovém provozu k významným úsporám rekuperačním brzděním. Akumulátor je využívána nejen pro uložení energie při nabíjení ze sítě, ale i k využití energie dosud mařené ztrátovým brzděním. Náklady na energii klesají ve srovnání s naftovým provozem zhruba na 1/3 (s topením) až 1/4 (bez topení),**
- **Velká část autobusových linek končí ve velkých městech na terminálech, které jsou přestupním bodem na metro či na tramvaj. V těsné blízkosti obratiště autobusu se tedy nachází systém elektrického napájení metra či tramvaje, který lze využít i pro napájení nabíjecích stanic elektrobusesů (včetně využití přebytečné rekuperované energie).**



SIEMENS

Elektrobus Siemens – Rampini

Vídeň, 12 vozů, linky 2A, 3A



SIEMENS

Elektrobus Siemens – Rampini

Brno, 5.-13.10.2014, linka E



SIEMENS

Elektrobus Siemens – Rampini

**Pardubice, 15-16.10.2014,
linky 6, 8, 10, 12, 15, 17, 18 a 88**



SIEMENS

Elektrobus Siemens – Rampini

Praha, 22.-26.1.2014, linka 216



The Siemens logo, consisting of the word "SIEMENS" in a bold, teal, sans-serif font, is positioned in the top left corner of the image. It is set against a white rectangular background that partially obscures the building facade.

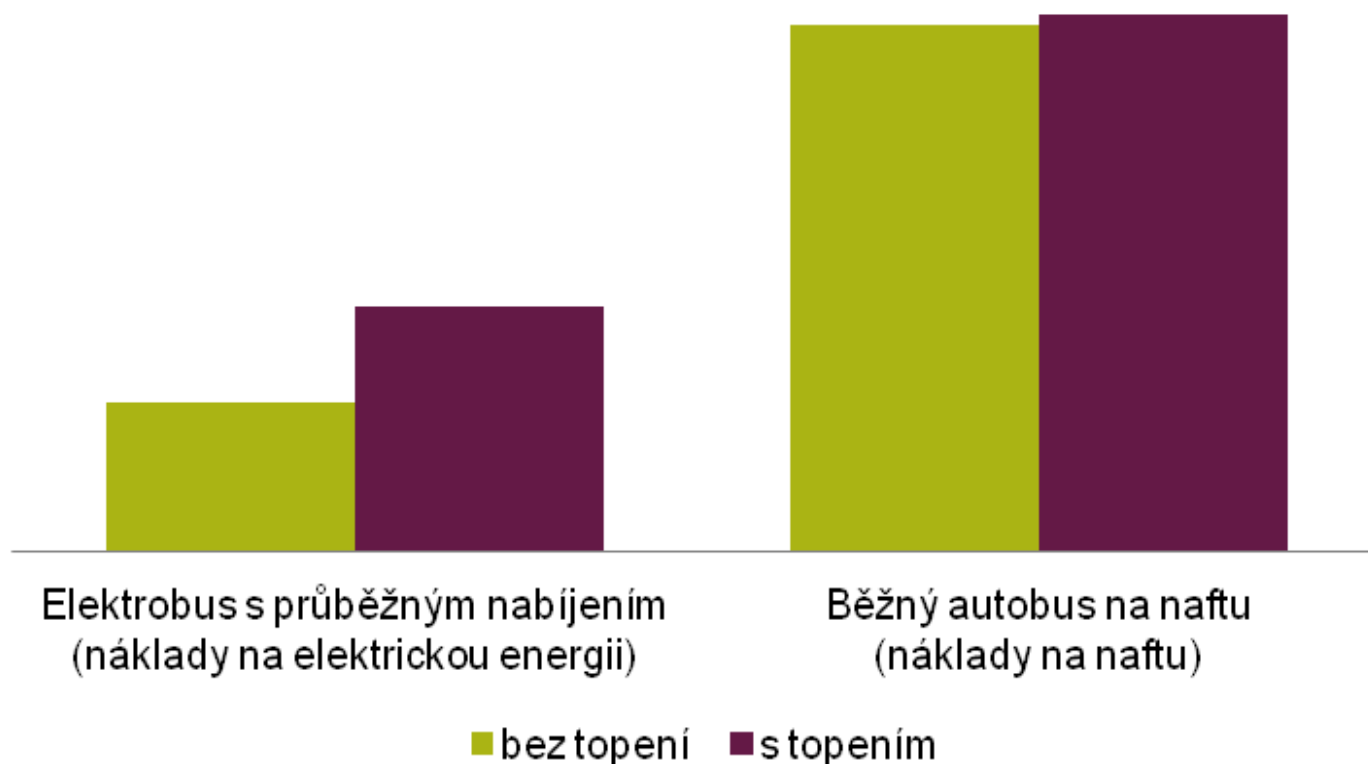
SIEMENS

Elektrobus Siemens – Rampini

České Budějovice, 29.-30.1.2014,
linky 91 a 92

Zkušební provoz v České republice

Testy vyhodnoceny: elektrobus Siemens-Rampini snižuje náklady na provoz až o 75%.



Porovnání spotřebované energie u elektrobusu s průběžným nabíjením a běžného naftového autobusu. Náklady na energii jsou u elektrobusu s průběžným dobíjením nižší o 75% při provozu bez topení, nebo až o 67% při provozu s topením.

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