

Technické inovace pro udržitelnou multimodální mobilitu velkoměst

Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.

člen Výboru pro udržitelnou energetiku Rady vlády pro udržitelný rozvoj

člen Výboru pro udržitelnou dopravu Rady vlády pro udržitelný rozvoj

Praha, 25. 9. 2018

V diskuzích o rozvoji dopravy v Praze lze často slyšet názory o naléhavé potřebě investic do budování:

- městského okruhu,
- dalších parkovacích míst,
- plnicích stanic na CNG, ...

Avšak budou tyto technologie 20. století ještě potřebné i v 21. století?

Není doprava na prahu zásadních inovací, které ji zcela promění podobně, jako proměnila elektronizace a digitalizace informatiku?

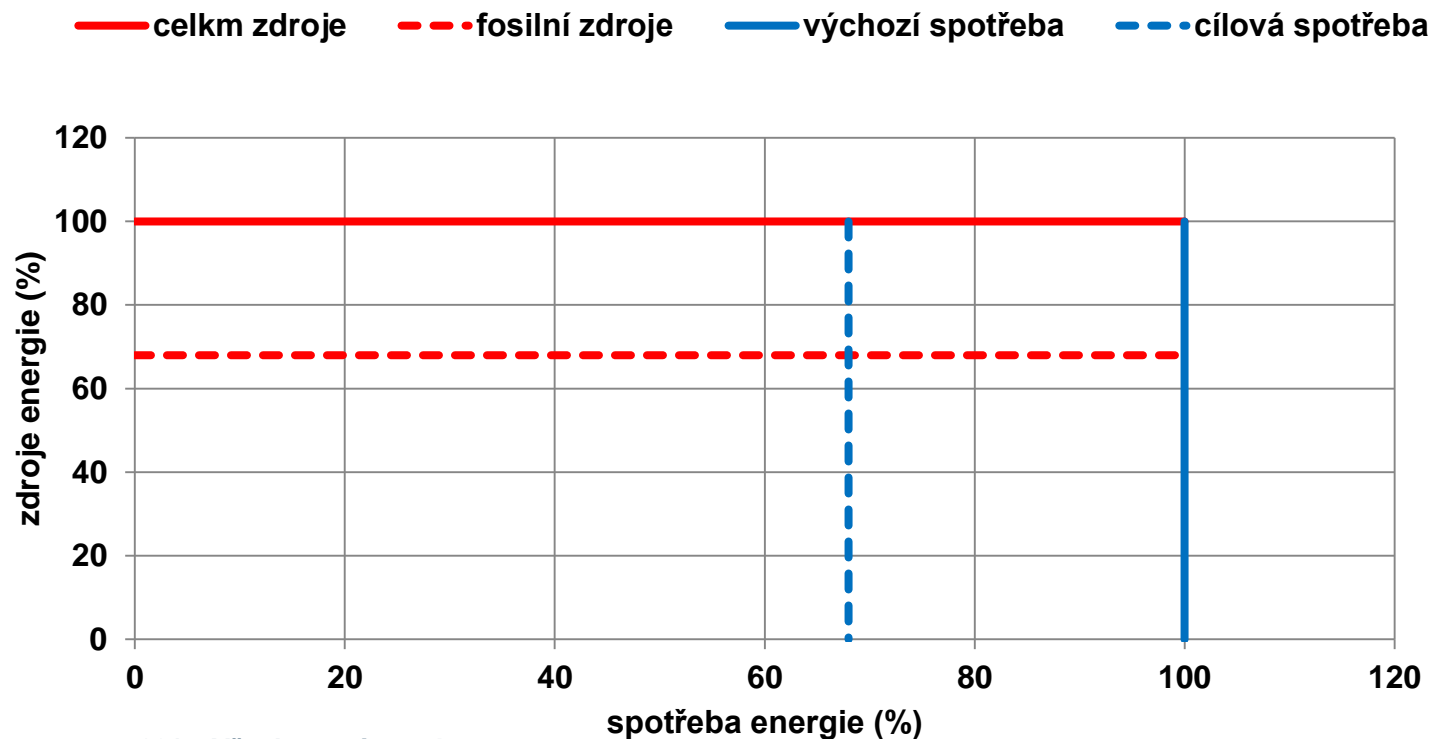
Nezmizí jejich potřeba stejně rychle, jako zmizely telegramy, gramodesky, WHS kazety, fax a telefony se šňůrou?

Tušíme jaké nové technologie nás v dopravě čekají a proč?

Červen 2018: Evropský parlament a Evropská rada – zpřísnění cílů v oblasti energetiky a ochrany klimatu do roku 2030:

- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na **32 %**,
- zvýšit energetickou účinnost o **32 %**.

politika EU v oblasti energetiky a klimatu do roku 2030 ER EP



Podíl dopravy na spotřebě energie

SIEMENS

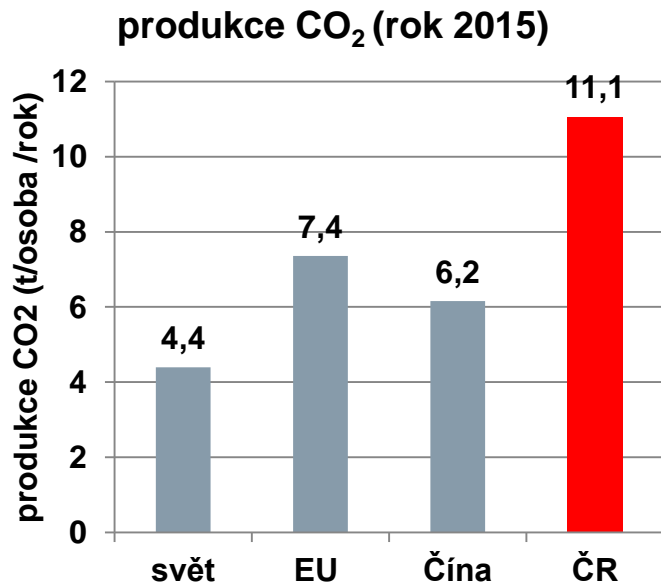
Ingenuity for life

ČR patří k zemím s velmi vysokou spotřebou energie na obyvatele a s velmi vysokou produkcí oxidu uhličitého na obyvatele. Produkcí 11 t CO₂ /osoba/rok převyšujeme nejen průměr světa, ale též průměr EU i Čínu.

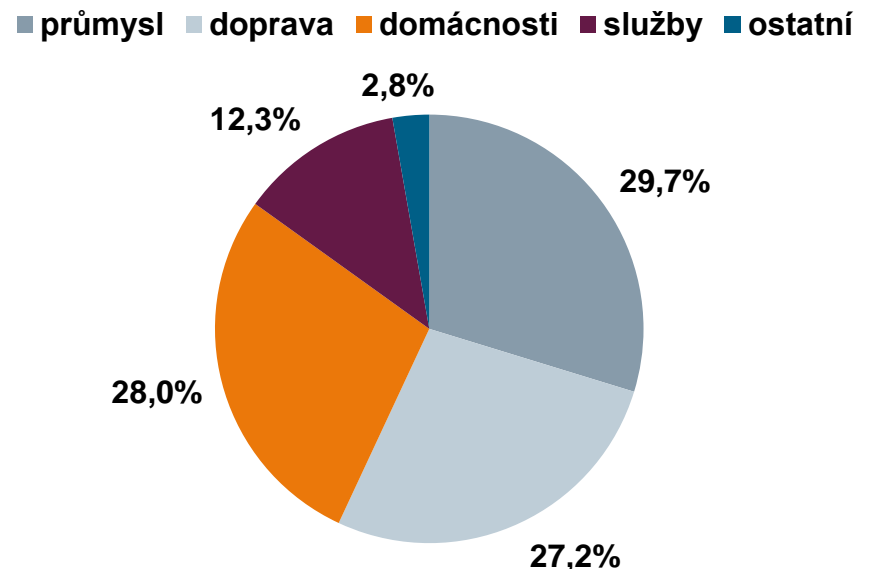
Omlouváme to tvrzením, že jsme průmyslovou zemí.

Průmysl se ale na spotřebě energie nepodílí sám:

- průmysl se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 29,7 %,
- doprava se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 27,2 %.



struktura konečné spotřeby energie v ČR 2016

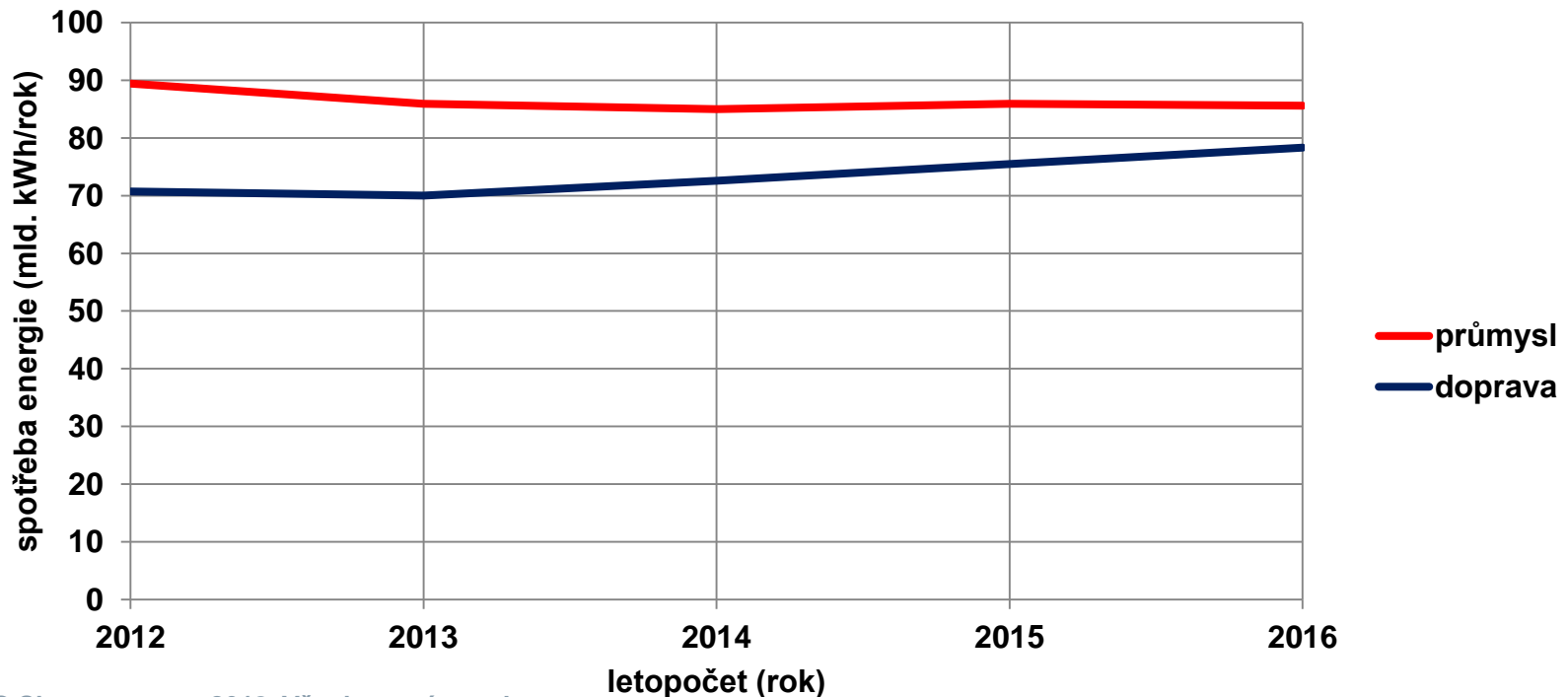


Energie pro dopravu v ČR

Na konci dubna 2018 zveřejnilo MPO ČR výroční „Zprávu o pokroku v oblasti plnění cílů energetické účinnosti v České republice“. Ta uvádí:

- spotřeba energie pro průmysl je stabilizovaná (i při růstu HDP neroste)
- spotřeba energie pro dopravu roste poslední tři roky tempem +4 %/rok

struktura konečné spotřeby energie v ČR



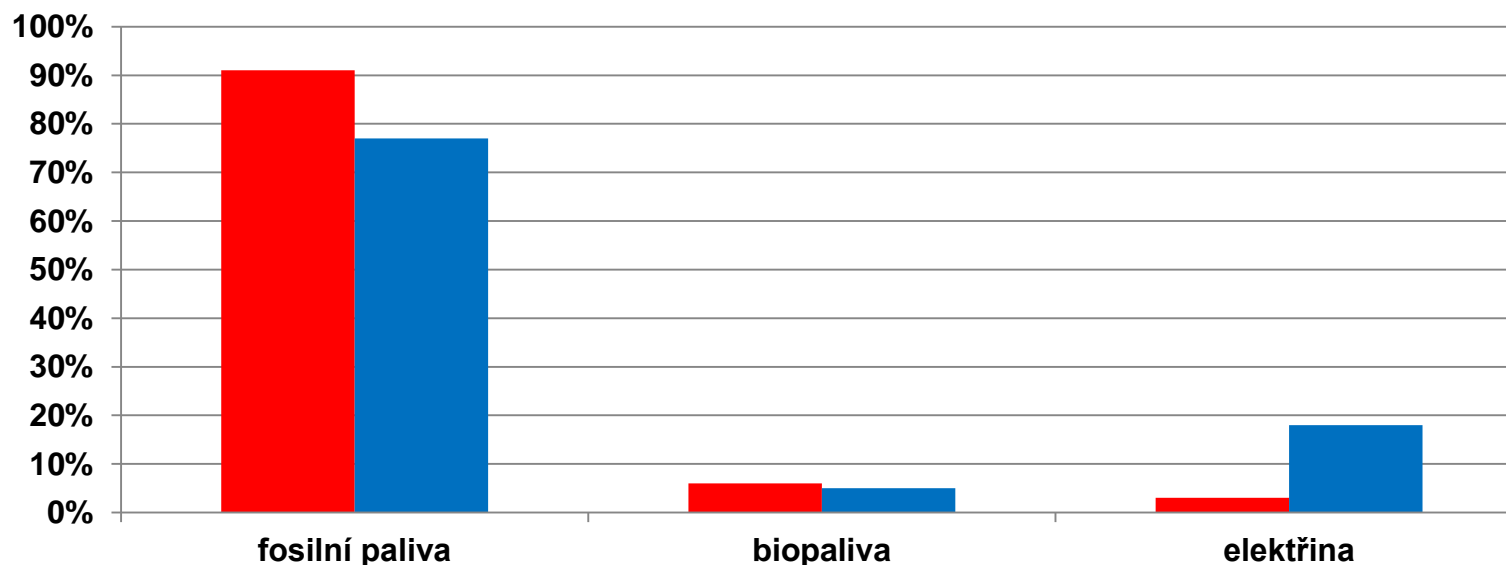
Energie pro dopravu

Spotřeba energie pro dopravu činí v ČR 18 kWh/obyvatele/den.

- fosilní paliva 91 % (zajišťují 77 % přepravních výkonů),
- biopaliva 6 % (zajišťují 5 % přepravních výkonů) ,
- elektřina 3 % (zajišťuje 18 % přepravních výkonů).

ČR: struktura energií pro dopravu

■ spotřeba energie ■ přepravní výkon



Spalovací motory automobilů produkují kromě oxidu uhličitého, který způsobuje nevratné změny klimatu a které působí globálně, též další látky, které poškozují zdraví obyvatelstva.

Výsledky šetření Ústavu experimentální medicíny Akademie věd ČR (Prof. Radim J. Šrám jsou závažné):

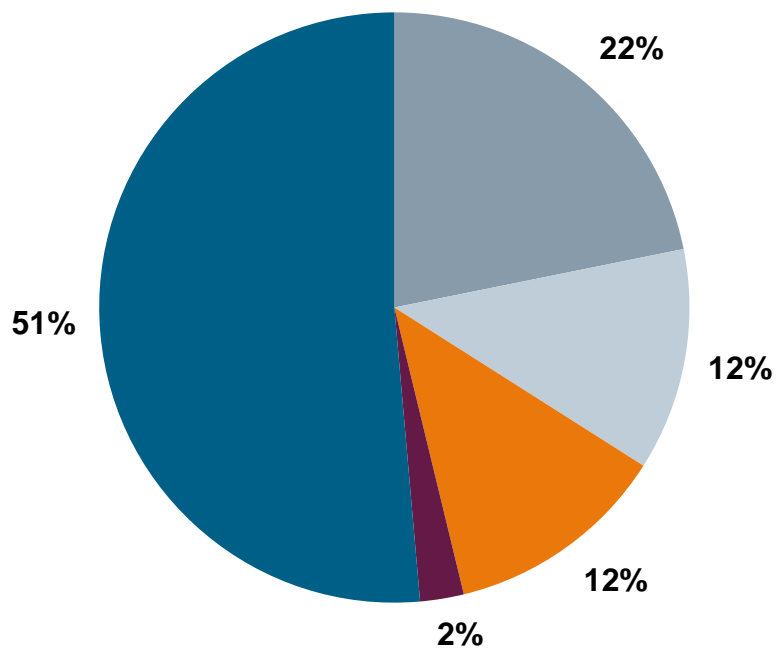
- snaha snížit spotřebu paliva spalováním při vysokých teplotách vede k oxidaci vzdušného dusíku a vzniku vysoce toxického NO_2 ,
- snaha snížit množství hrubých při zkouškách kontrolovaných hrubých prachových částic PM 10 (velikost 10 μm) vede k vysoké produkci při zkouškách nekontrolovaných jemných prachových částic PM 2,5 a PM 1 (velikost 2,5 μm a 1 μm). Tyto částice pronikají sliznicemi do krevního řečiště lidského těla (analogie:místo řízků jíme karbanátky),
- na jemné prachové částice se váží další polutanty hoření - polyaromatické uhlovodíky (PAH), zejména benzo (a) pyren, které podporují vznik řady vážných chorob všech věkových skupin obyvatelstva.

=> Protesty obyvatelstva proti intenzivní automobilové dopravě jsou opodstatněné a oprávněné.

Doprava osob v Praze

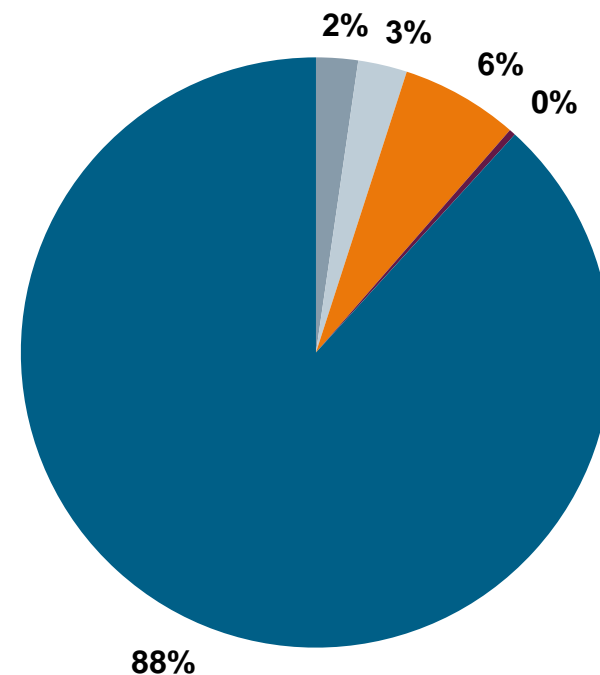
Podíl na přepravních výkonech

metro tramvaje autobusy železnice IAD

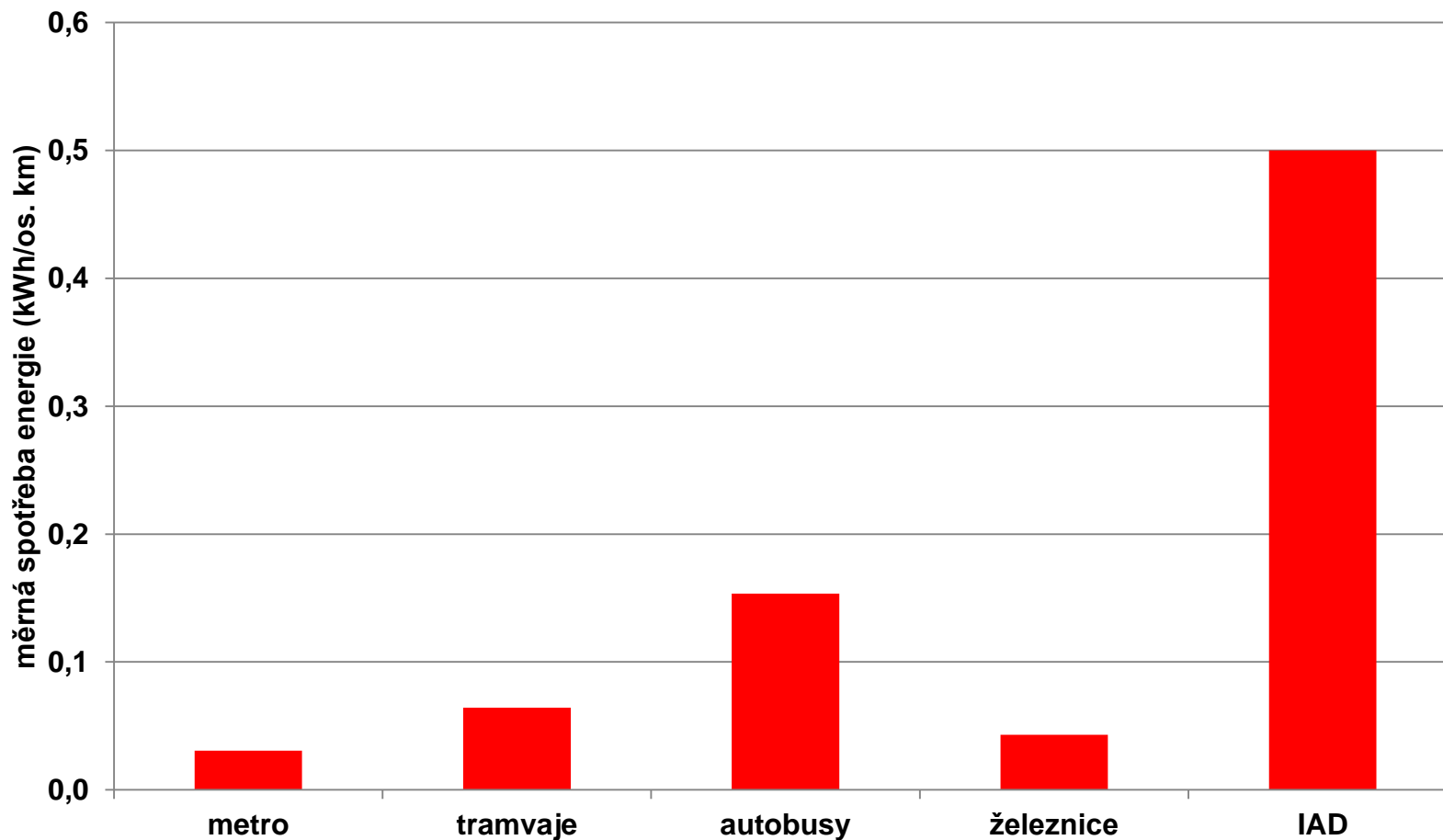


Podíl na spotřebě energie

metro tramvaje autobusy železnice IAD

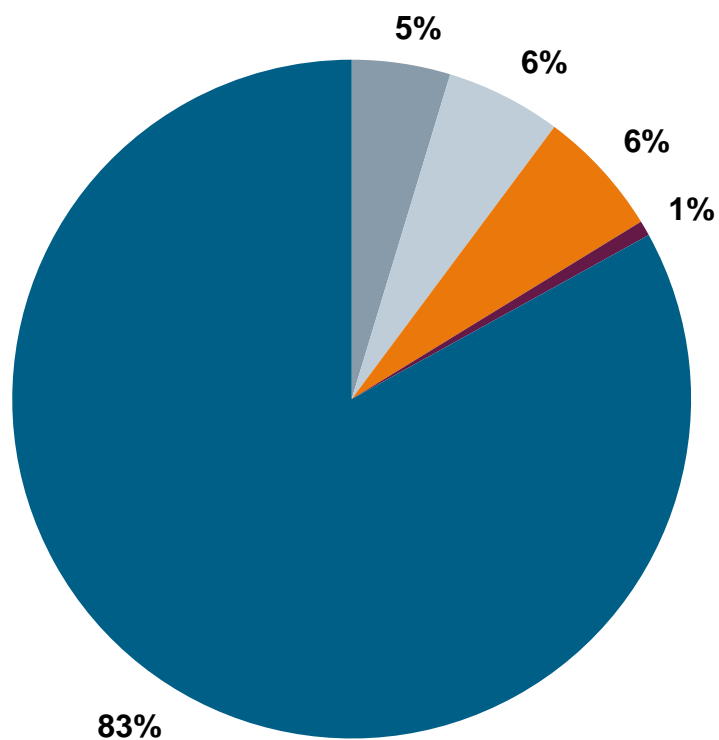


energetická náročnost městské dopravy



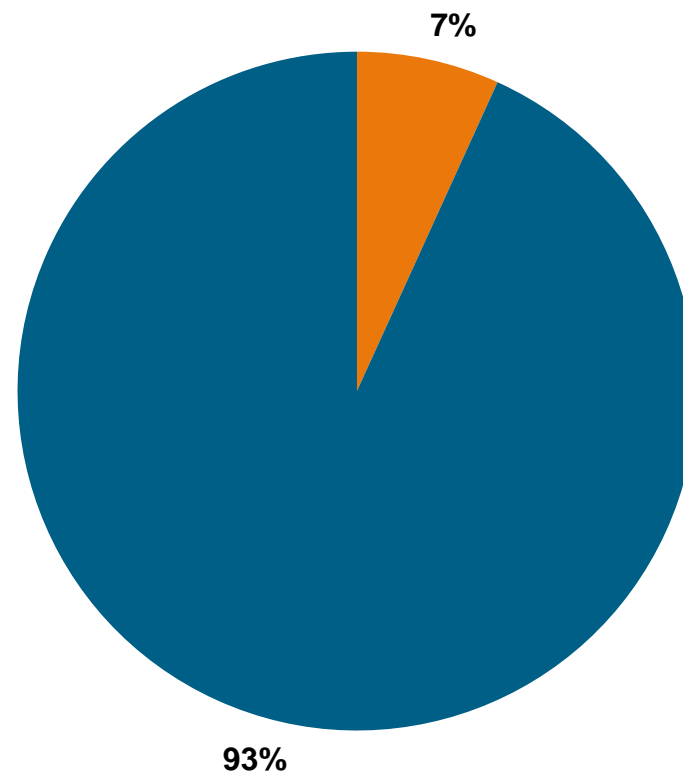
Podíl na produkci CO₂

■ metro ■ tramvaje ■ autobusy ■ železnice ■ IAD



Podíl na produkci zdraví škodlivých látek

■ metro ■ tramvaje ■ autobusy ■ železnice ■ IAD



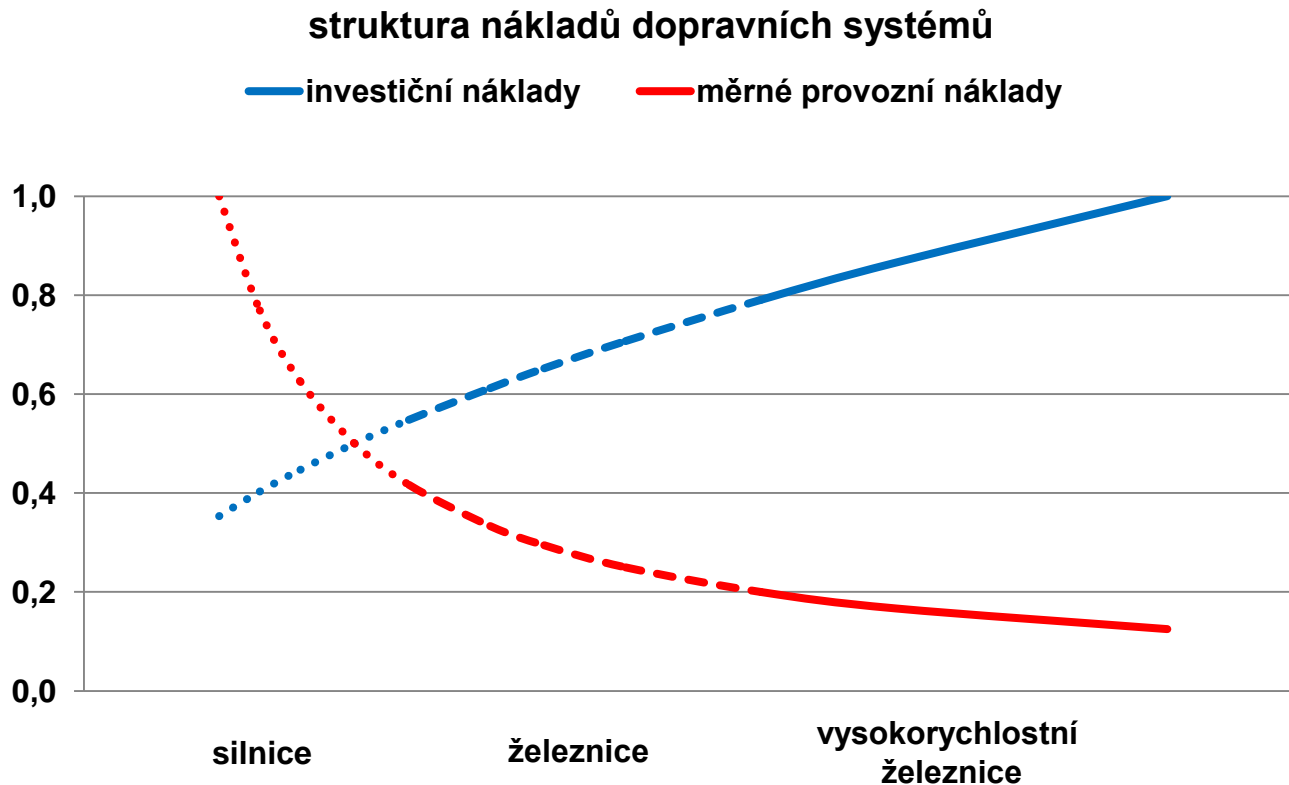
Cílem je udržitelná multimodální mobilita:

- 1 Udržitelné osídlení,**
- 2 Udržitelná mobilita,**
- 3 Udržitelná energetika,**
- 4 Udržitelné klima,**
- 5 Udržitelné životní prostředí,**
- 6 Udržitelé pracovní síly,**
- 7 Udržitelná ekonomika.**

Řízení výběru dopravního módu intenzitou přepravy

Slabá přepravní poptávka: preference minimálních investičních nákladů (i za cenu dražšího provozu).

Silná přepravní poptávka: preference minimálních provozních nákladů (i za cenu dražších investic).

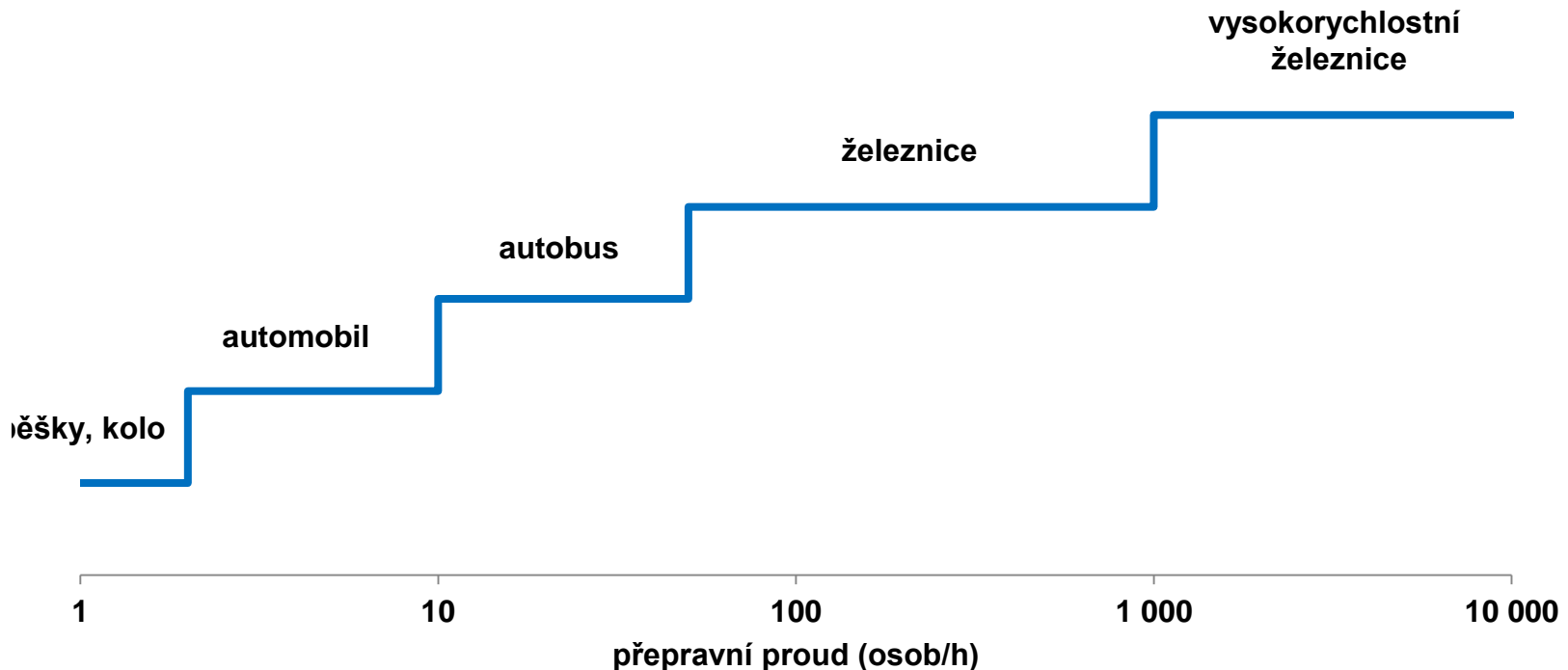


Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Poloprázdný autobus či vlak je vhodné nahradit automobilem.

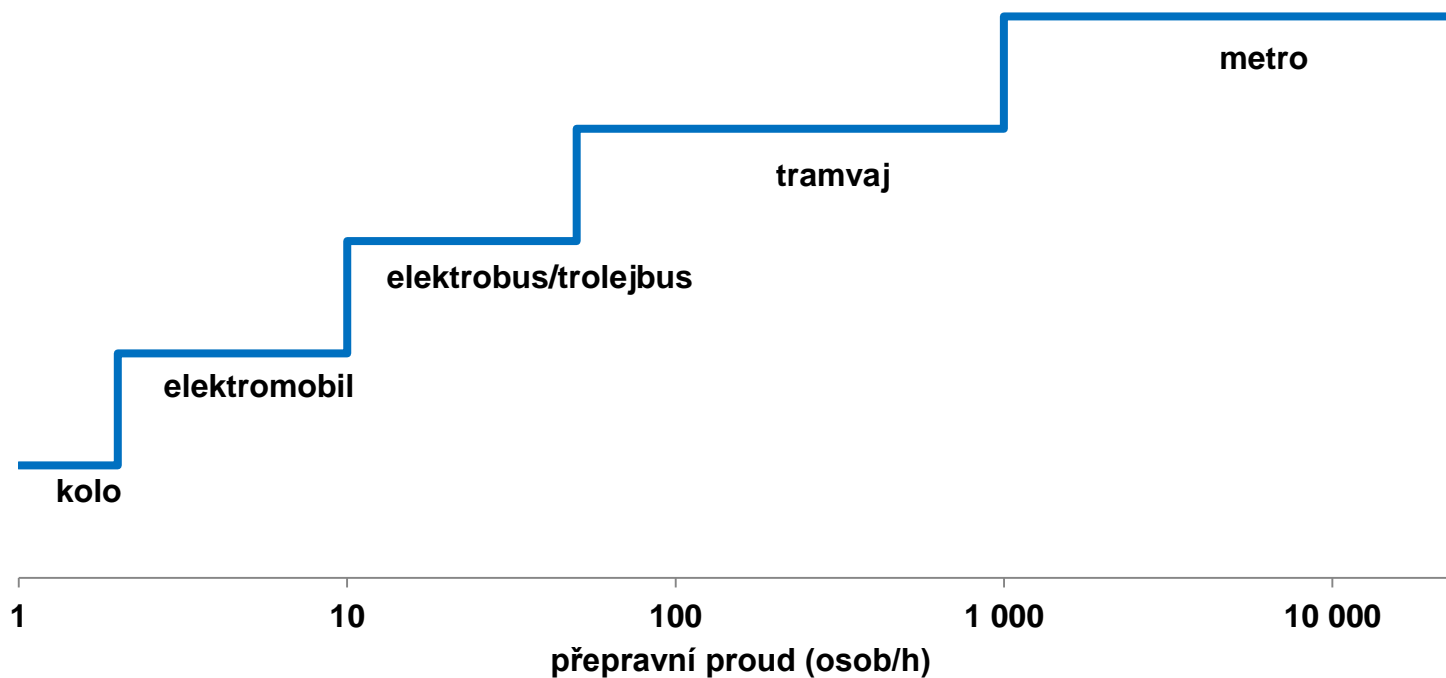
Dálnici plnou automobilů má logiku nahradit vysokorychlostní železnicí

volba optimálního dopravního systému



Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

volba optimálního dopravního systému



Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (1): pohon

Úplný odklon od používání jakýchkoliv spalovacích motorů:

- vysoká energetická náročnost (2/3 energie paliva se mění ve ztrátové teplo),
- produkce oxidu uhličitého způsobuje nežádoucí nevratné změny klimatu,
- produkce jedovatých emisí vážně poškozuje lidské zdraví,
- absence rekuperačního brzdění (neschopnost využívat kinetickou a potenciální energii).

⇒ výhradní použití elektrické vozby

- kombinace liniového napájení (silné přepravní proudy) a akumulátorového napájení (slabé přepravní proudy),
- vazba na intenzivní pokrok v lithiových akumulátorů i liniového napájení (měničové trakční napájecí stanice, inteligentní sběrače),
- vazba na intenzivní pokrok v oblasti elektrických trakčních pohonů (motory, měniče, řízení).

Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (2): řízení vozidel

Úplný odklon od manuálního řízení jakýchkoliv vozidel:

Technicky principiálně zvládnuto (Průmysl 4.0: lidem tvořivou prací, strojům opakovanou prací), nyní ve fázi validace.

Motivace:

- veřejná hromadná doprava: optimalizace provozní koncepce a jízdních řádů bez ohledu na dostatek řidičů, mzdové náklady a zákoník práce,

- individuální doprava: zpřístupnění automobilů všem vrstvám obyvatelstva bez ohledu na jejich věk, zdraví a schopnosti.

=> není nutno plýtvat veřejnou hromadnou dopravou v oblastech slabé přepravní poptávky

⇒ odstranění nehod způsobených nekáznými řidiči,

⇒ aktivní využití času stráveného cestováním (není potřeba ztrácet čas řízením)

⇒ vznik nové kategorie „veřejná individuální doprava“ (bezobslužné taxi)

Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (3): vlastnictví vozidel



Úplný odklon od vlastnictví jakýchkoliv vozidel:

Automobil (elektrický, autonomní) nikoliv jako majetek, ale jako služba, jako jedna z moha aplikací na mobilním telefonu.

Viz Aristoteles: „bohatství není ve vlastnictví, ale v užití“

Nevýhody privátního vlastnictví automobilů:

-průměrný automobil je v ČR využívám denně jen 24 minut (1,7 % času), zbývajících 23 hodin a 36 minut denně jen překáží a ztrácí svojí hodnotu,

- každý zaparkovaný automobil představuje zhruba rok zbytečně vynaložené práce nějakého člověka,

- velká prostorová náročnost parkování (mnohé parkovací pozemky mají vyšší hodnotu, než automobil, které na nich stojí).

⇒přichází vítaná možnost vrátit městům atraktivní plochy, dosud dočasně obsazené parkujícími automobily,

⇒významný růst produktivity práce a efektivity investic – možnost zkrácení pracovní doby, delší dovolené a podobně. Věnujme se rodině, ne majetku.

Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (4): přirozená preference hromadné dopravy

Ve směrech silných a pravidelné dopravy je logická orientace na veřejnou hromadnou dopravu, zejména kolejovou.

Výhody hromadné dopravy jsou zásadní:

- výrazně vyšší rychlost,**
- výrazně vyšší pohodlí,**
- lepší využití času stráveného cestováním,**
- nižší energetická náročnost,**
- vyšší efektivita využívání investic do dopravních prostředků**

=> Individuální dopravu používat ve směru slabých a nepravidelných přepravních proudů (tam a jenom tam)

Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (5): kooperativnost a komplementárnost

Nikoliv konkurence, ale vzájemná spolupráce jednotlivých druhů dopravy:

- jednotlivé druhy dopravy aplikovat tam, kde vyniknou jejich výhody, nikoliv jejich nevýhody,
- princip první a poslední mile (individuální dopravou k hromadné dopravě, individuální dopravou od hromadné dopravy,
- využití moderní telematiky pro časovou a prostorovou návaznost jednotlivých druhů dopravy (komfortní přestupy)

Automobily nyní procházejí trojicí zásadních inovací:

- náhrada pohonu spalovacím motorem pohonem elektrickým

Přelomový výrok lipského soudu: právo na zdraví je nadřazeno právu na použití určitého dopravního prostředku – emisní vozidla lze zakázat,

- náhrada nezabezpečeného manuálního řízení (SIL 0) zabezpečeným automatickým řízením – lidem bude z bezpečnostních důvodů zakázáno řídit automobily,

- náhrada vlastnictví automobilu službou „automobil jako aplikace na mobilním telefonu“ – lidé nebudou automobily vlastnit, ale budou je užívat (spontánní vznik segmentu veřejné individuální dopravy).

Do výzkumu, vývoje a realizace těchto trendů jsou zapojeny miliony velmi kreativních techniků z průmyslu po celém světě a investovány stovky miliard USD/EUR. Je reálné očekávat úspěšnost těchto vývojových trendů.

Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

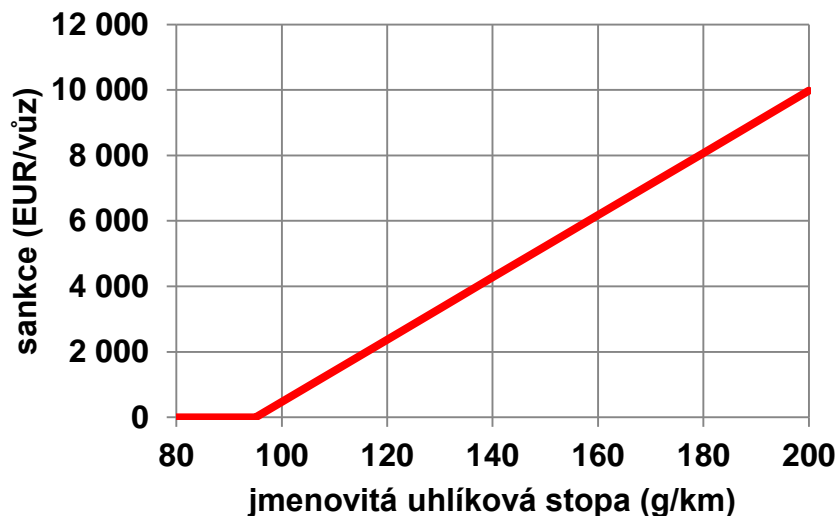
SIEMENS

Ingenuity for life

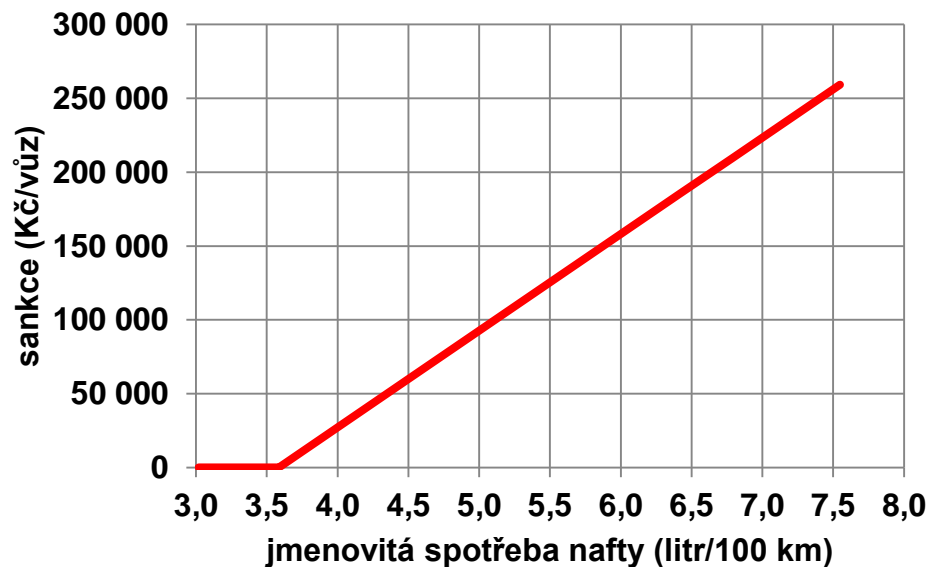
V rámci ochrany klimatu je požadováno, aby nové osobní automobily od roku 2020 plnily limit uhlíkové stopy 95 g CO₂/km, což odpovídá spotřebě nafty 3,6 litr/100 km

Při překročení této hodnoty (průměr za všechna vyráběná vozidla) bude pokutována částkou 95 EUR/g (tedy v přepočtu 66 tis, Kč za 1 litr/100 km nad limit 3,6 litr/100 km)

sankce za uhlíkovou stopu (EU
443/2009)



sankce za uhlíkovou stopu (EU 443/2009)



Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

Exhalace jsou hodnoceny za celou flotilu roční produkce automobilů. Aby mohly automobilky nadále vyrábět a prodávat trhem požadované automobily se spalovacími motory, překračující limit 95 g CO₂/km, musí do celkové produkce zařadit odpovídající počet bezemisních vozidel – elektromobilů.

Příklad:

Konvenční automobily se spotřebou 4,9 litr/100 km (uhlíková stopa 130 g CO₂/km) mohou tvořit jen 73 % roční produkce, zbývajících 27 % musí být elektromobily (s uhlíkovou stopou 0 g CO₂/km):

$$0,73 \cdot 130 \text{ g CO}_2/\text{km} + 0,27 \cdot 0 \text{ g CO}_2/\text{km} = 95 \text{ g CO}_2/\text{km}$$

Proto automobilový průmysl tak intenzivně investuje do zahájení velmi početné sériové výroby elektrických automobilů v roce 2020.

Příklad: koncern VW přidělil továrně v Mladé Boleslavi 50 miliard Kč na přestavbu výroby na produkci elektrických automobilů komponent pro ně.

Účinnost FV článků je zhruba 200 krát vyšší, než účinnost přeměny energie slunce na energii metylestru řepkového oleje. Metylester řepkového oleje je navíc aplikován ve spalovacích motorech, které jej vyžijí jen z jedné třetiny.

Ve výsledku je FV elektrárna 600 krát efektivnější, než pěstování řepky.

Řepka je v ČR pěstována na 400 000 ha, do nafty se přidává 6 % metylesteru řepkového oleje.

Pro pokrytí roční spotřeby průměrného automobilu v ČR stačí 12 m² FV článků.

Energii pro 5,3 mil. elektromobilů dokáže zajistit FV elektrárna na rozloze 9 200 ha.

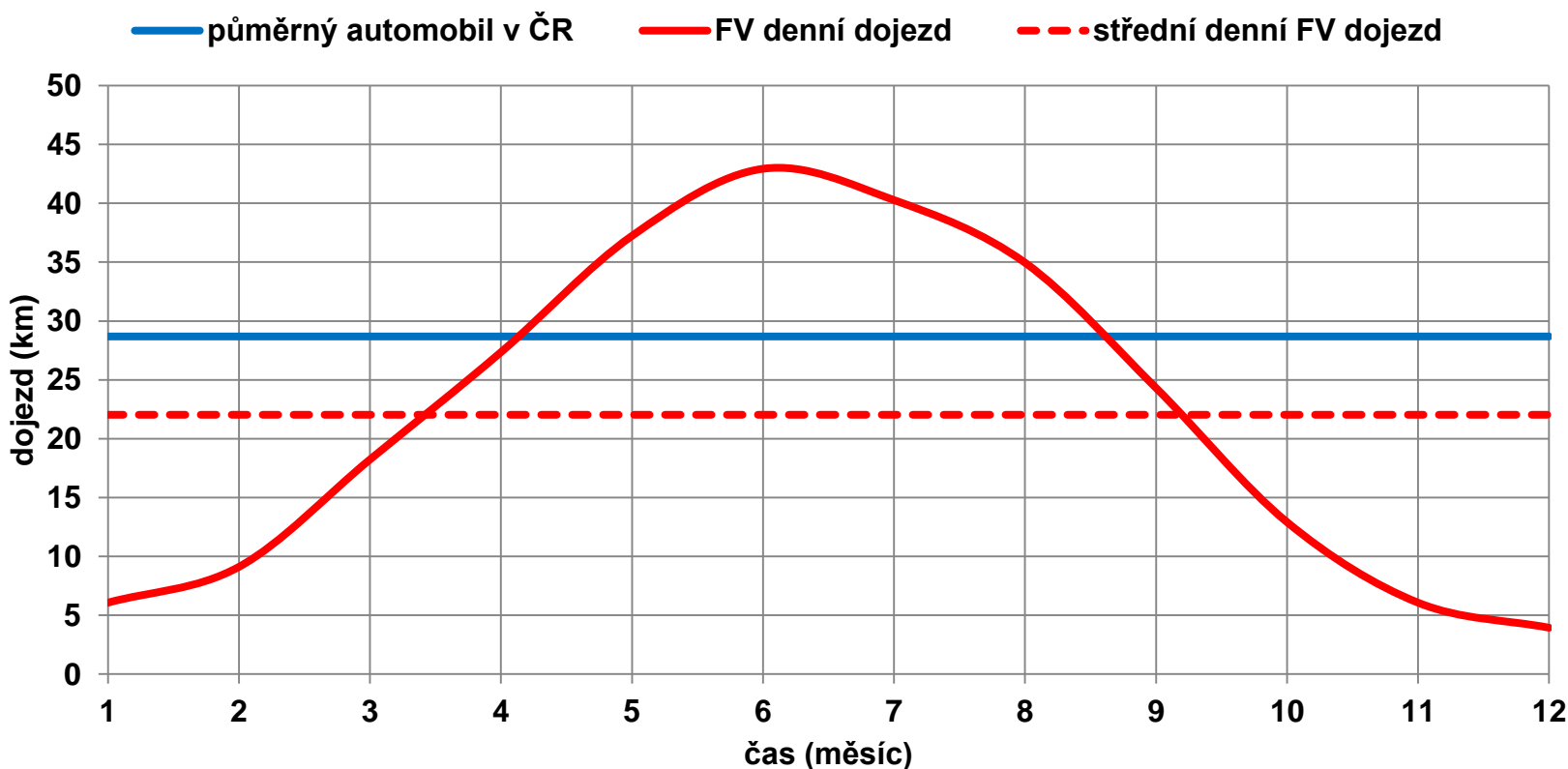
Zřízení FV elektráren na libovolné nepotřebné ploše odpovídající 2,3 % osevné plochy řepky zajistí výrobu elektřiny pro 100 % náhradu osobních automobilů v ČR elektromobily.

Zbývající řepková pole lze zalesnit, metylester řepkového oleje nebude potřeba.

Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektriny (tištěné perovskitové články)

=> od května do srpna se FV elektromobil stačí na průměrný denní dojezd automobilu v ČR (29 km) nabít ze své karosérie – nepotřebuje nabíjení ze sítě

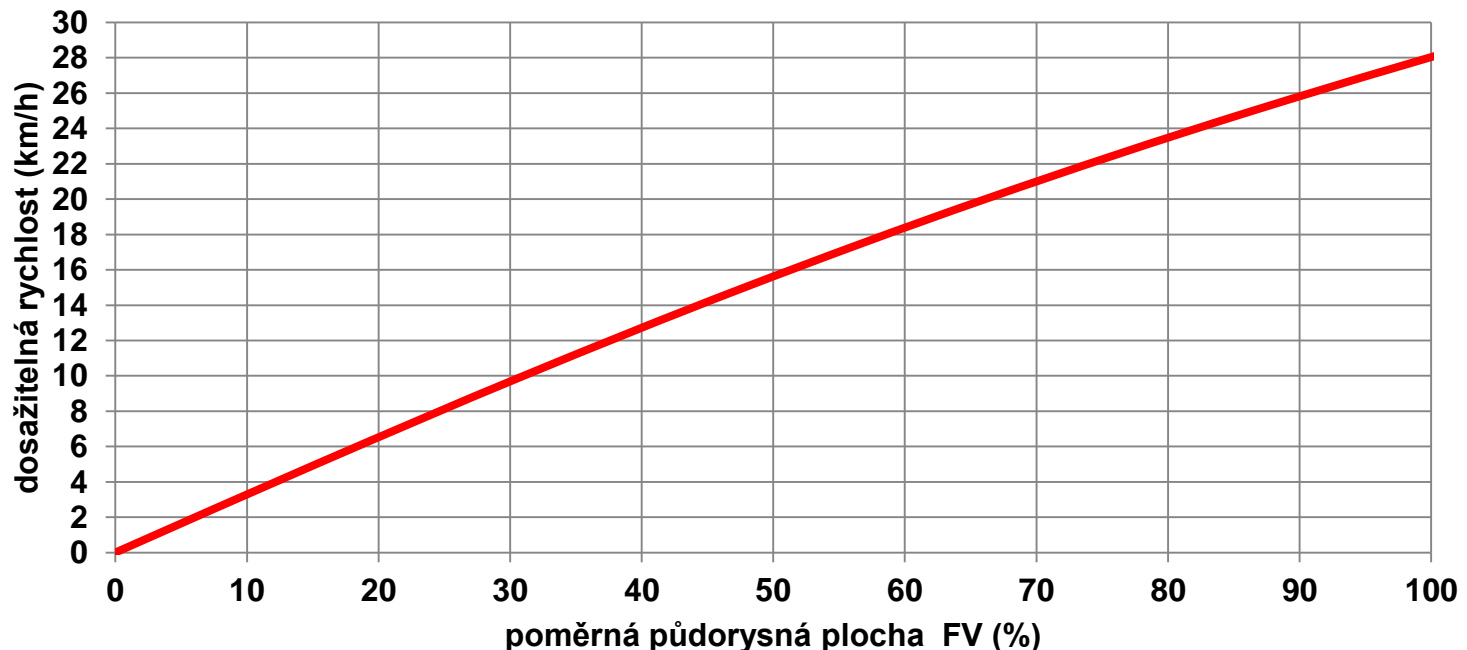
denní dojezd elektromobilu při povrchovém nabíjení 6 m²



Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektřiny (tištěné perovskitové články)

=> po vybití akumulátoru se za slunečního svitu dokáže FV elektromobil dopravit k nejbližší zásuvce mnohem rychleji, než pochodující člověk s kanystrem k čerpací stanici. A nemusí s těžkým kanystrem pěšky zpět k autu.

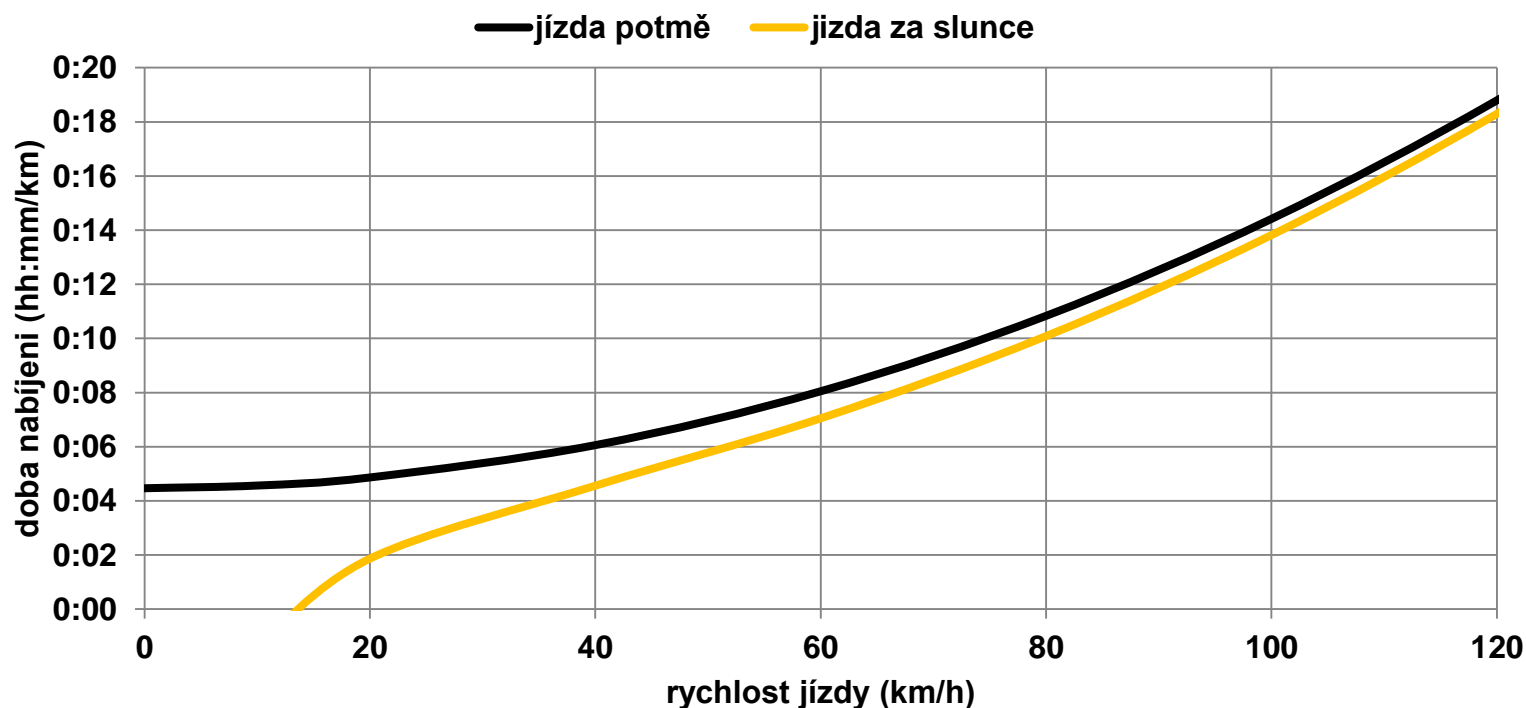
přímé solární napájení: dosažitelná rychlost jízdy na sluneční záření



Použití povrchu karoserie automobilu k FV výrobě elektřiny (tištěné perovskitové články)

=> čtvrt hodiny slunečního svitu na zaparkovaný FV elektromobil stačí na 1 km následné jízdy rychlostí 100 km/h

nepřímé solární napájení 6 m²: doba nabíjení sluncem pro následnou jízdu



Vývoj automatizace metra:

- **GOA 1: vlakový zabezpečovač ATP (v Praze počínaje vozy 8171 – ARS),**
- **GOA 2: vlakový zabezpečovač ATP plus automatické vedení vlaku ATO (v Praze počínaje vozy M 1 – Matra PA 135),**
- **GOA 3: provoz bez strojvedoucího, ale s doprovodným personálem dopravce, vlak automaticky zvládá provozní situace (v Praze nepředpokládáno),**
- **GOA 4: bezobslužný provoz, vlak automaticky zvládá provozní i poruchové situace (v Praze uvažováno pro linku D a následně i pro další linky).**

Bezobslužný provoz GOA 4 je stavem techniky. Prakticky všechna nově budované linky metra po celém světě jsou takto řešeny („vodorovný výtah“) a starší linky jsou v rámci upgrade na bezobslužný provoz předělávány.

Přínosy pro cestující:

- odpadají mzdové náklady, není jimi nutno šetřit: i v období slabší přepravní poptávky lze udržovat poměrně krátký interval (večer, o víkendu),
- lze optimalizovat jízdní řád a oběhy vozidel bez ohledu na zákoník práce (minimální délka směny, maximální délka směny, provozní přestávky),
- v období dovolených není nutno redukovat provoz a vyhlašovat prázdninový jízdní řád,
- lze praktikovat pružný poptávkový jízdní řád – interval mezi vlaky se automaticky mění podle toku osob přicházejících na stanice,
- vyšší spolehlivost: cca polovina poruch konvenčních vozidel metra souvisí s rozhraním vozidlo /strojvedoucí (ovládací, obslužné a komunikační prvky), ty u automatického provozu odpadají.

Realita:

- lidé chtějí, aby tramvaje jezdily v krátkých intervalech (při přepravě na krátké vzdálenosti je doba čekání na tramvaj srovnatelná s dobou jízdy tramvají),
- lidé si přejí nízké jízdné, ale mzdové náklady jsou podstatným nákladem městské hromadné dopravy,
- strojvedoucí rychlovlaku přepraví za hodinu 500 osob na vzdálenost 200 km, řidič tramvaje přepraví za hodinu 50 osob na vzdálenost 20 km – produktivita jeho práce je 100 nižší,
- mladí lidé nechtějí vykonávat náročné a odpovědné povolání řidiče vozidel MHD.

⇒ je velmi silná a naléhavá společenská poptávka nejen po bezobslužném provozu metra, ale i po bezobslužném provozu tramvají.

Ve srovnání s bezobslužným provozem metra je však bezobslužný provoz tramvají náročnější úlohou (jízdni dráha tramvají je veřejně přístupná).

Postupim, září 2018

světová premiéra autonomní tramvaje

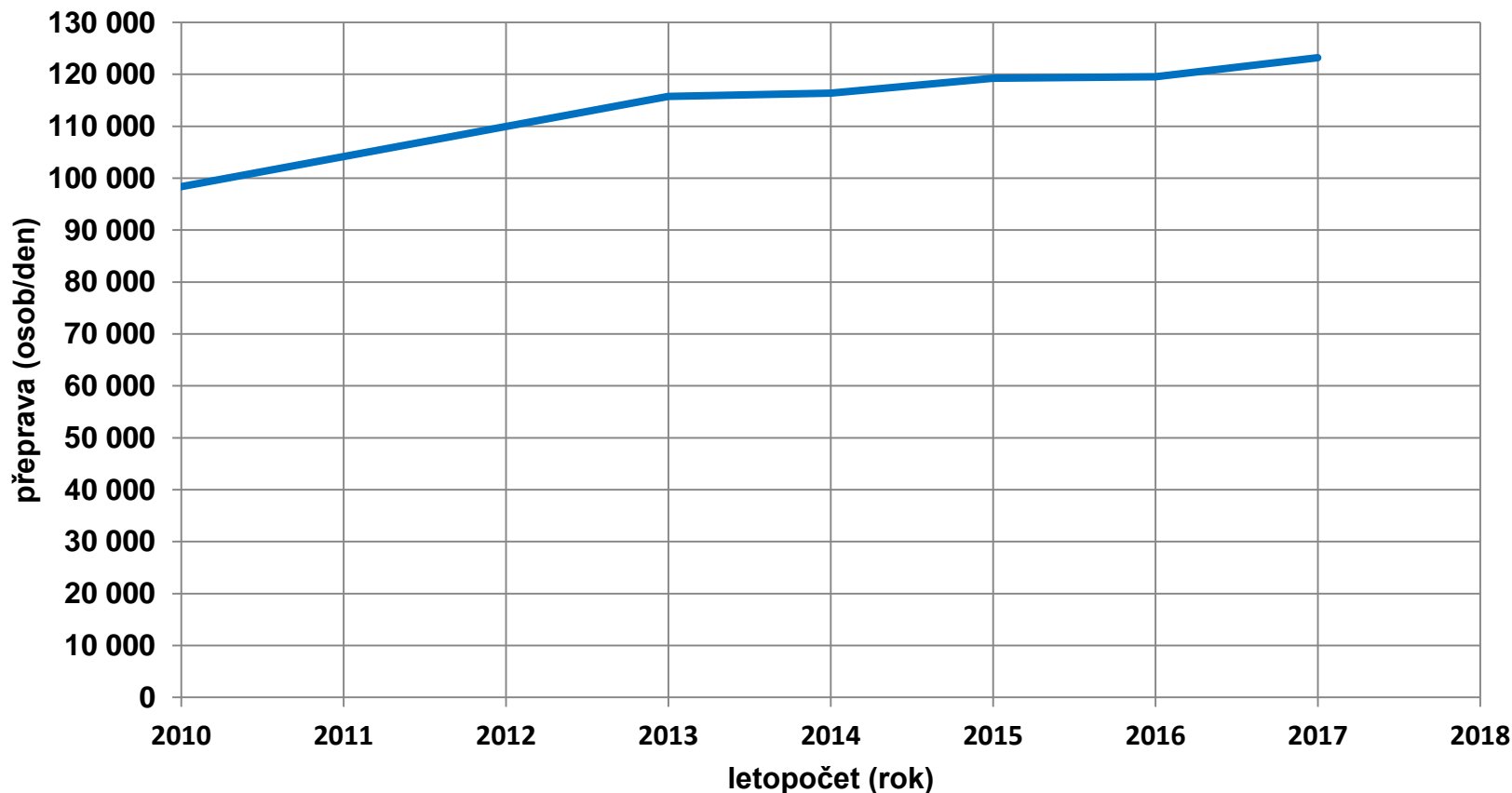
SIEMENS
Ingenuity for life



S růstem suburbanizace roste i obliba příměstských vlakových spojení (přepravní výkony vzrostly mezi roky 2010 a 2017 o 25 %).
Železnice již naráží na své kapacitní možnosti



denní přeprava osob železnicí mezi Prahou a Středočeským krajem plus Praha interně



Možnosti:

- **výstavba vysokorychlostních železnic – odklonění expresních vlaků z konvenčních tratí,**
- **elektrizace a doplnění druhé traťové koleje koleje u dosud zanedbaných tratí,**
- **zvýšení kapacity tratě rovnoběžným grafikonem (zrychlení zastávkových vlaků zvýšením trakční výkonnosti vozidel a zrušením málo používaných zastávek),**
- **dvousegmentová dopravní obsluha (spěšné vlaky a zastávkové vlaky),**
- **zvýšení výkonnosti pevných trakčních zařízení (konverze 3 kV na 25 kV),**
- **jízda vlaků v těsnějším sledu – hybridní ETCS level 1 / level 2 (pohyblivé prostorové oddíly),**
- **aplikace velkokapacitních vozidel (semidvopodlažní redundantní elektrické trakční jednotky) s příznivým poměrem počtu sedadel k délce vlaku, respektive nástupiště.**

Řešení pro zatížené příměstské tratě velkokapacitní semidvoupatrové elektrické jednotky

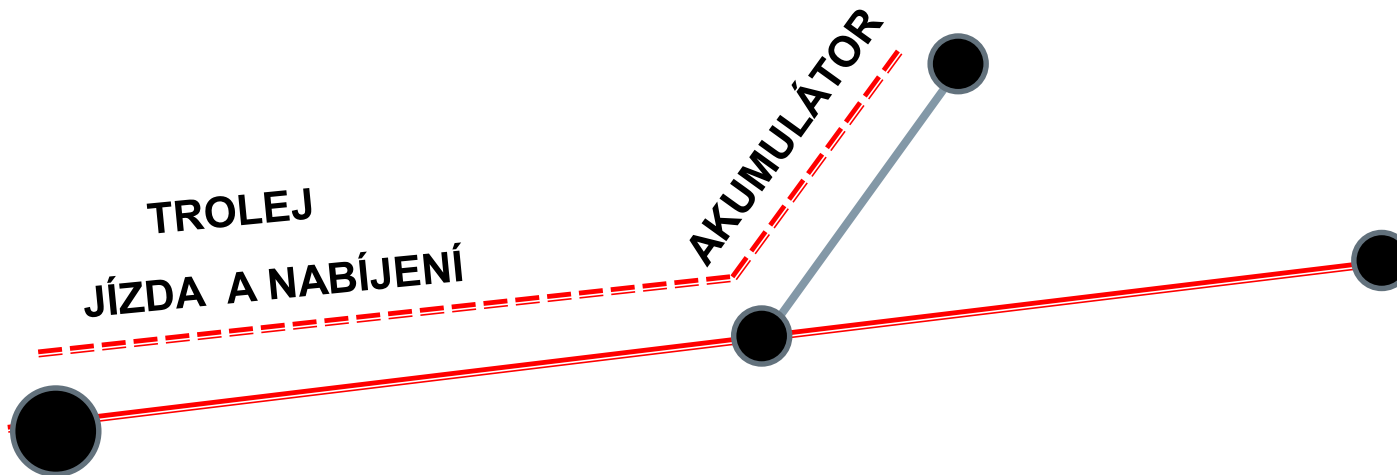
SIEMENS
Ingenuity for life



Zvýšení dosahu příměstské železniční dopravy

Možnosti:

- přechod na jednotné napájení 25 kV (dosah příměstské dopravy i za Beroun a Benešov),
- 100 % elektrizace pražského železničního uzlu (Kladno, Rudná, Mladá Boleslav, Vrané nad Vltavou),
- zavedení přímých bezpřestupových vlaků i na odbočné tratě bez liniové elektrizace aplikací dvouzdrojových vozidel trolej / akumulátor.



Řešení pro částečně elektrizovanou železniční síť: dvouzdrojová vozidla trolej / akumulátor

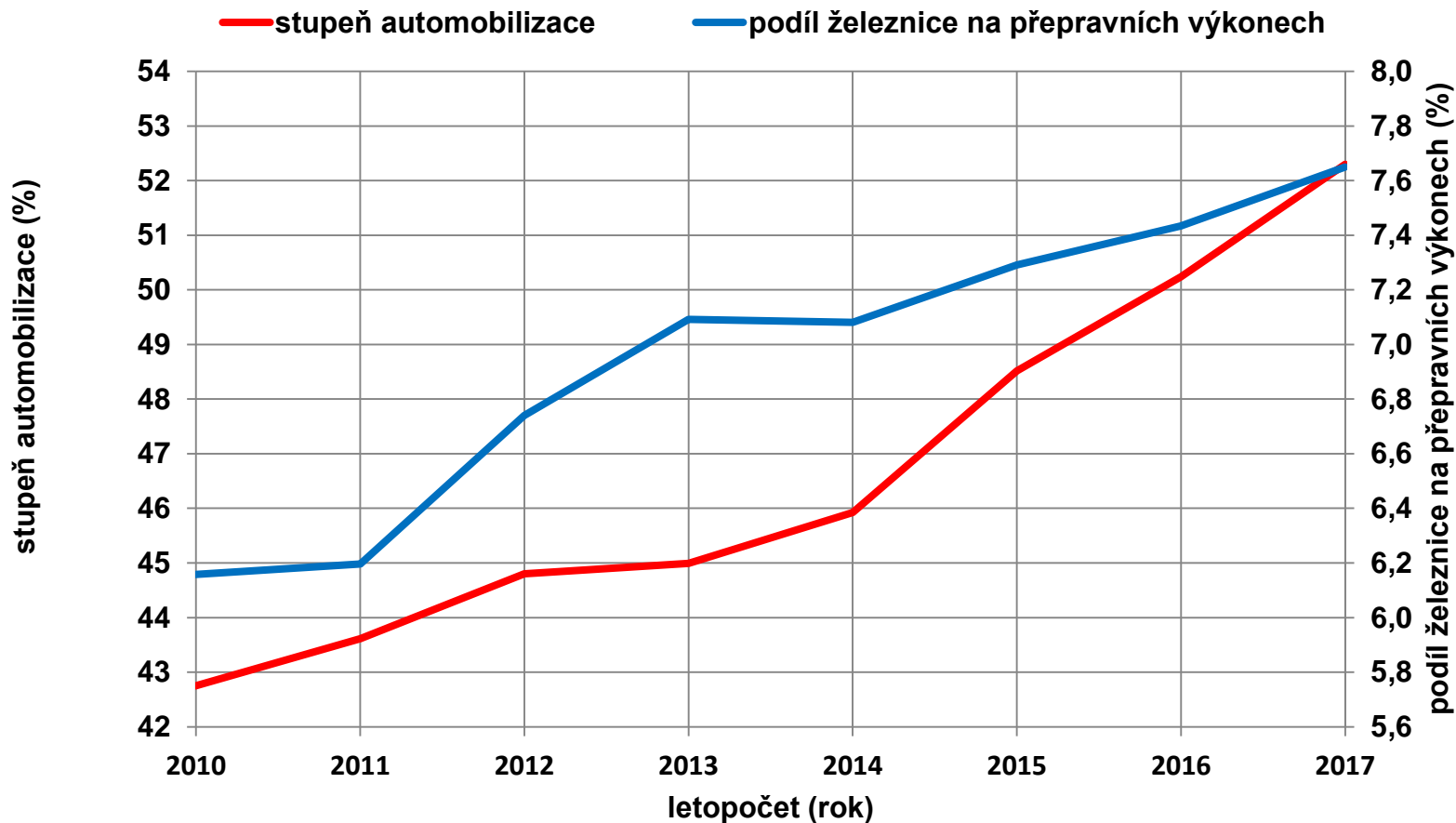
- dojezd 80 až 100 km,
- nabití z trakčního vedení: 15 až 20 minut,
- životnost akumulátoru: 15 let

SIEMENS
Ingenuity for life



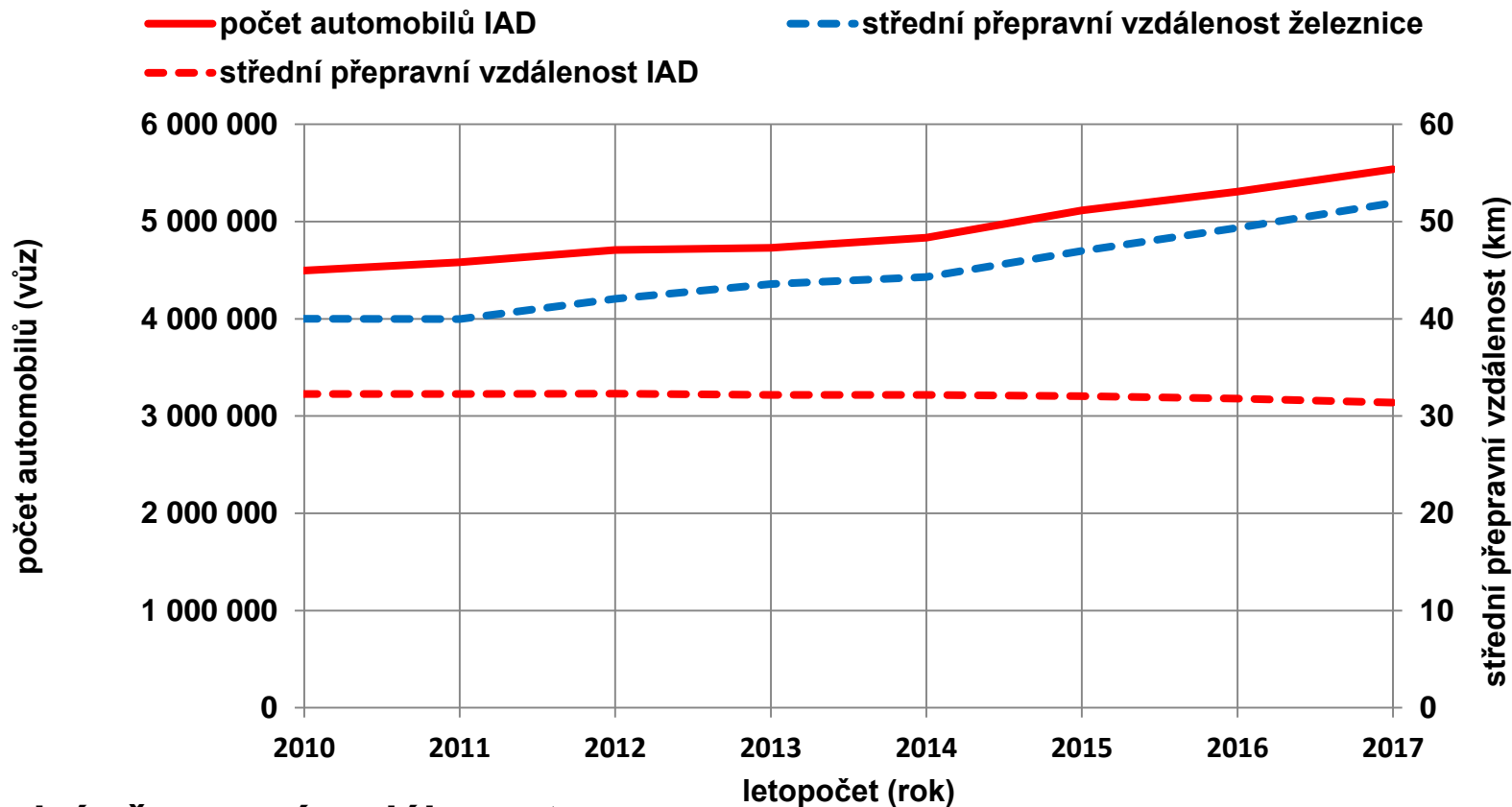
Autem na vlak: soulad růstu stupně automobilizace s růstem podílu železnice na přepravních výkonech potvrzuje oblibu dojíždění autem na vlak

souvislost stupně automobilizace s podílem železnice



Chování obyvatelstva v ČR: autem na blízko, vlakem na větší vzdálenost. Potřebují občané ČR další dálnice, nebo spíš parkoviště P + R u nádraží?

souvislost rozvoje automobilizace se způsobem použití železnice



Střední přepravní vzdálenost:

automobil stagnace na hodnotě 32 km, železnice růst ze 37 km na 52 km

© Siemens, s.r.o. 2018. Všechna práva vyhrazena.

Lidé nechtějí dělat to, co nemají rádi

Negativní motivace je velmi silná:

- a) lidé neradi dlouho čekají,**
- b) lidé neradi dlouho řídí auto.**

Rozhodovací proces občanů je logický a jednoduchý:

- a) než se kodrcat zastávkovou veřejnou hromadnou dopravou s dlouhými intervaly a s přestupy na nádraží, tak tam raději dojezu za pár minut autem. Poslouží mi i jako čekárna do příjezdu vlaku.**
- b) než se otravovat, unavovat a rozčilovat několikahodinovým řízením auta, to si raději ve vlaku pospím, zabavím či pracuji.
Ale musí ten vlak být rychlý a musí garantovat kvalitu.**

Řešení pro rychlé a pohodlné cestování na konvenčních tratích: netrakční jednotky

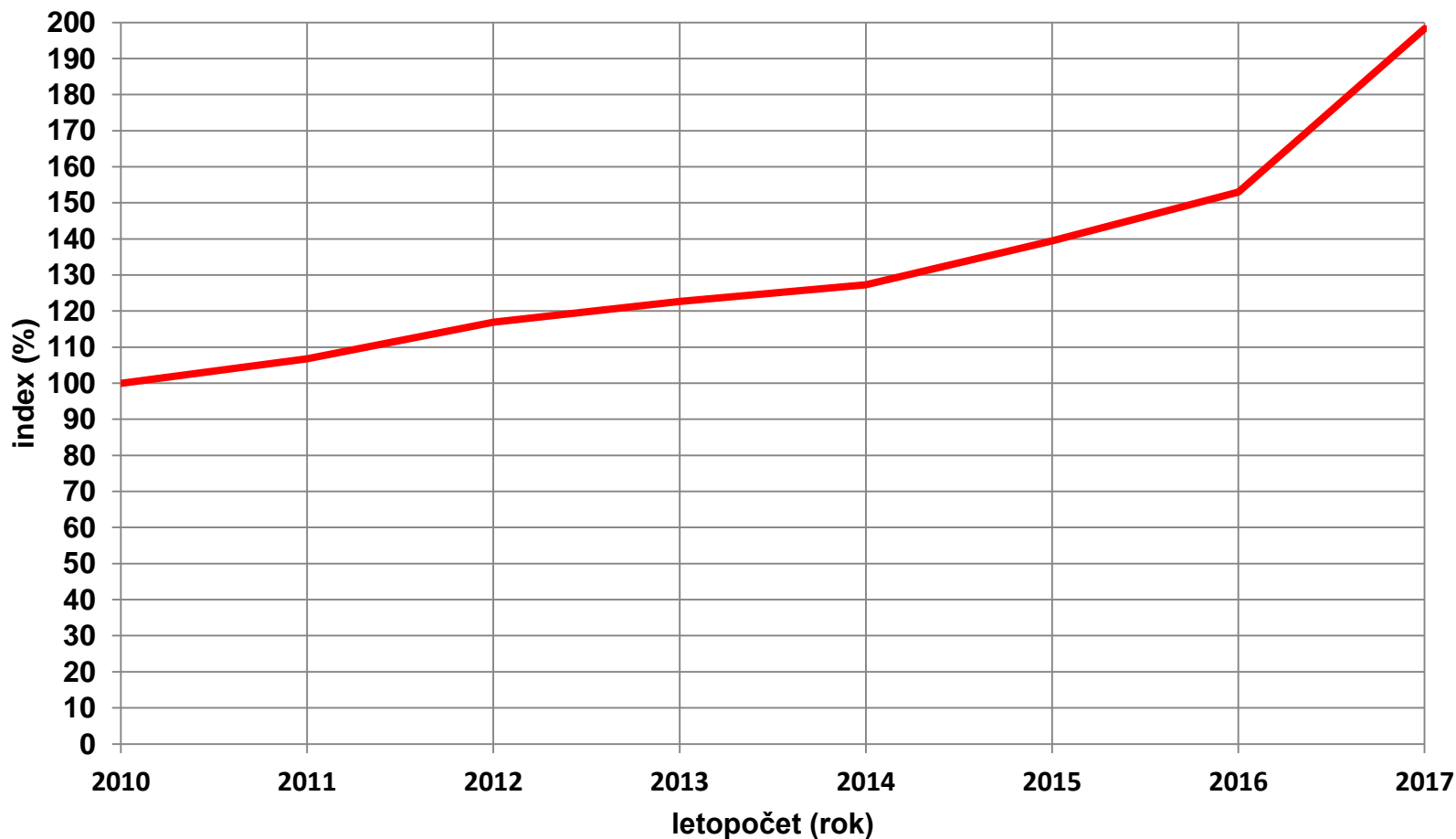
SIEMENS
Ingenuity for life



Nastal intenzivní rozvoj dálkové železniční dopravy mezi Prahou a kraji (přeprava cestujících vzrostla mezi roky 2010 a 2017 na 198 %)

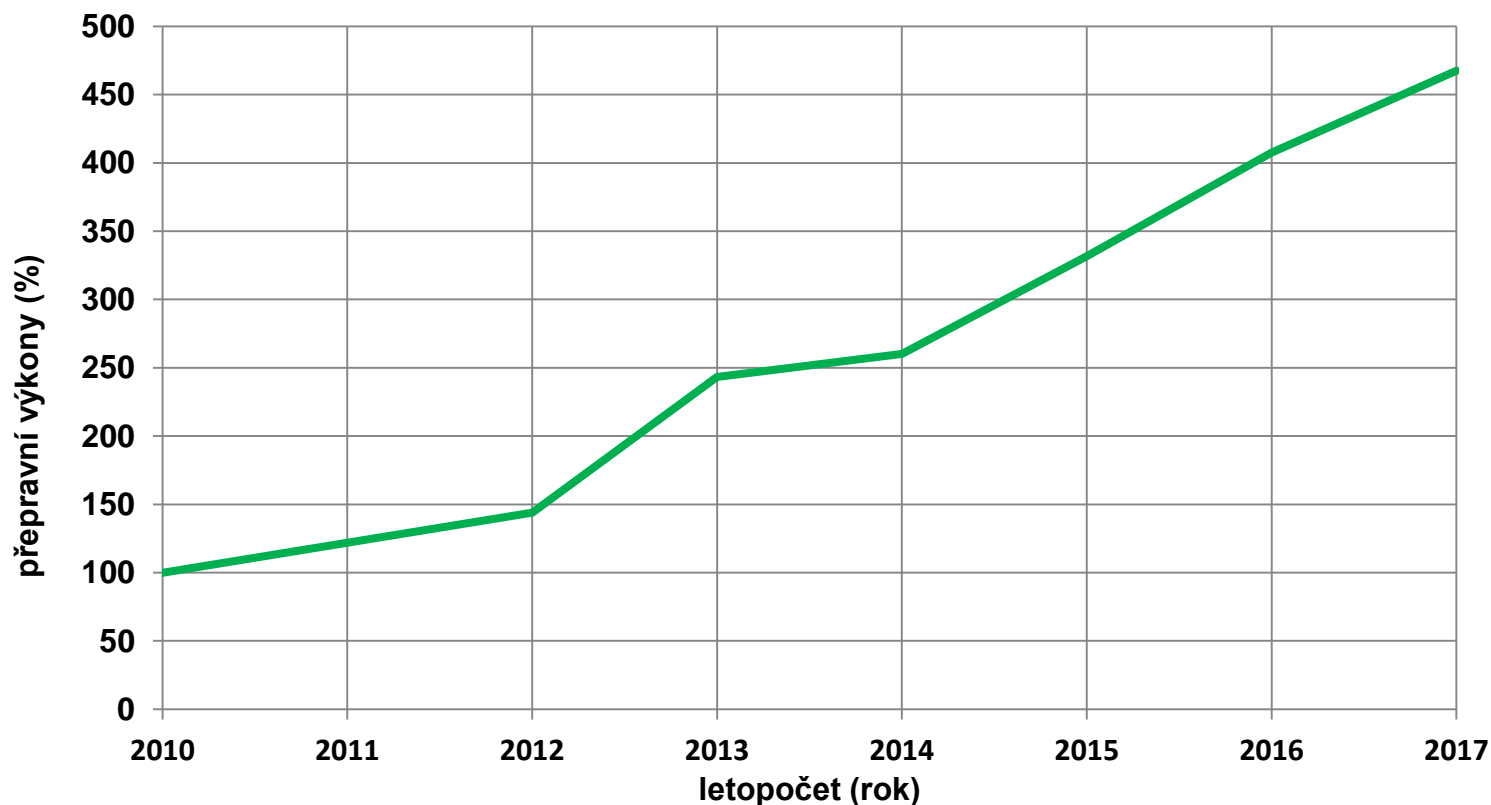


cestování železnicí z Prahy a do Prahy
(mimo Prahu a Středočeský kraj)

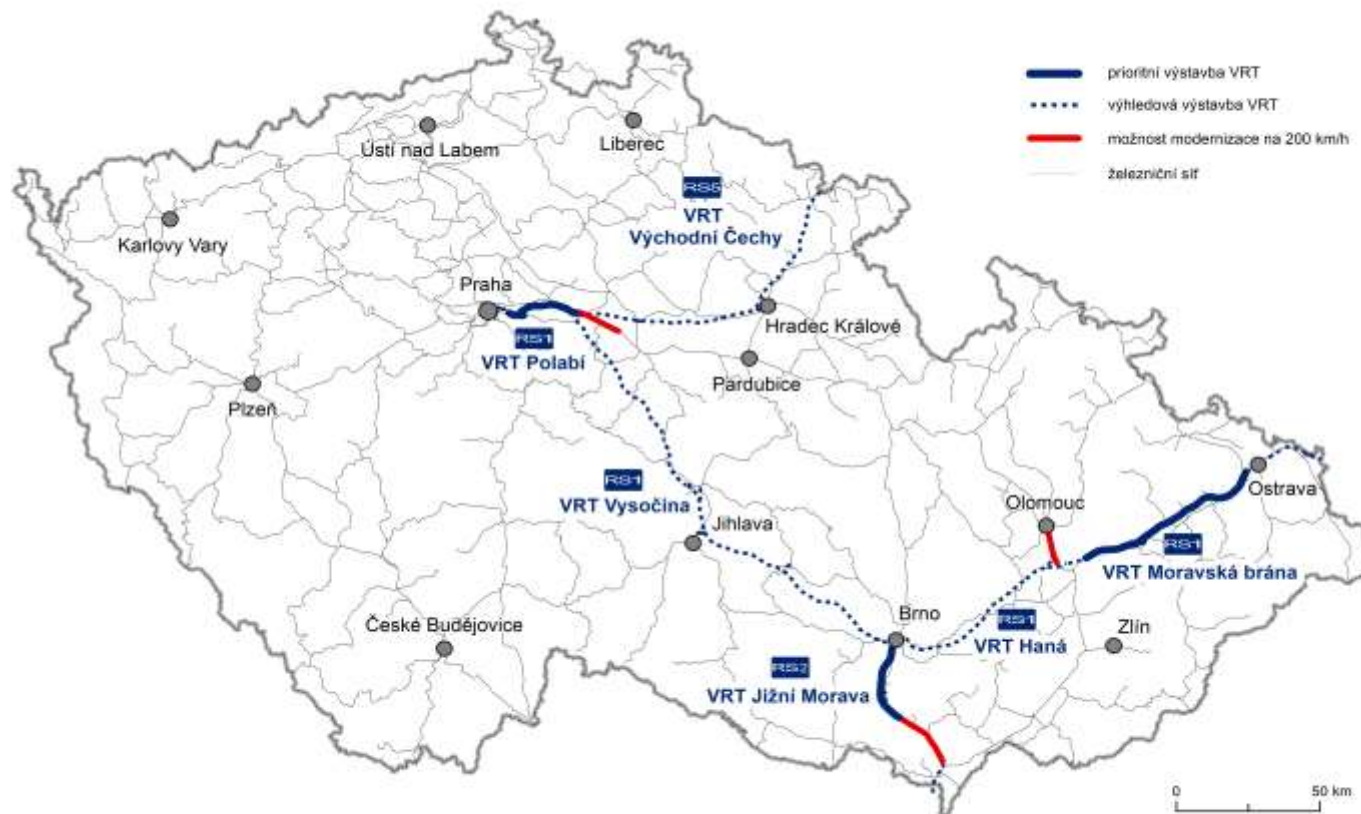


Kvalita přepravní nabídky indukovala růst přepravní poptávky po mezistátní osobní železniční dopravě, její přepravní výkony vzrostly mezi roky 2010 a 2017 na 467 %

přepravní výkony mezistátní osobní železniční dopravy v ČR



Budování vysokorychlostních železnic v ČR: prvé tři ke stavbě připravované úseky (zdroj: GŘ SŽDC)



Řešení pro zvýšení výkonnosti a kvality železnic: vysokorychlostní železniční systém

SIEMENS
Ingenuity for life

Trend technických inovací:

Velaro Novo

- rychlost 250 až 360 km/h,
- zvýšení přepravní kapacity o 10 %,
- snížení hmotnosti o 15 %,
- snížení spotřeby energie o 30 %,
- snížení investičních nákladů o 20 %,
- snížení nákladů na údržbu o 30 %.



Vysokorychlostní železnice

SIEMENS

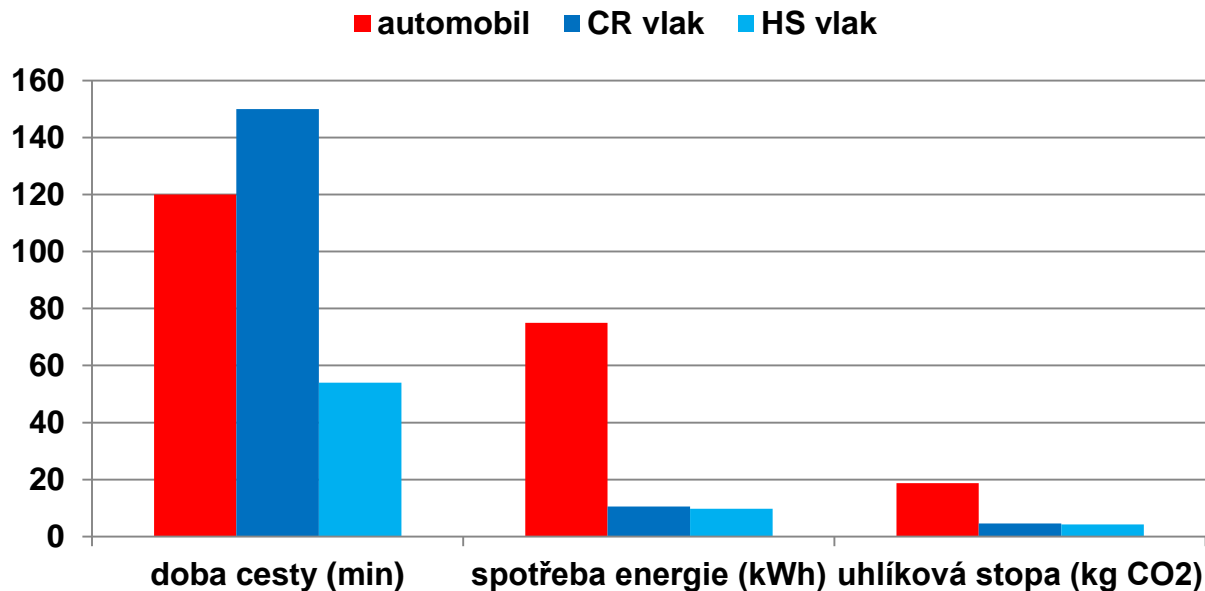
Ingenuity for life

Není důvod ztrácet čas (2 hodiny) a energii (75 kWh a 19 kg CO₂ na osobu) jízdou automobilem z Prahy do Brna.

Vysokorychlostní vlak to zvládne za 50 minut (centrum – centrum), respektive za 40 minut (terminál P + CH + R Štěřboholy – terminál P + CH + R Lískovec) k práci využitelného času (train office).

Spotřebuje k tomu jen 10 kWh a 4 kg CO₂ (perspektivně OZE: 0 kg CO₂) na osobu.

jedna cesta jednoho cestujícího Praha - Brno



Dvacáté století skončilo před 18 lety, nemá logiku ztrácet čas a peníze technologiemi minulosti.

Je velmi aktuální připravit si vizi bezemisní udržitelné pražské mobility a tu koordinovanými kroky postupně naplňovat.

Cíle pro rok 2019 musí vést k cílům pro rok 2050.

Děkuji Vám za Vaši pozornost !



Jiří Pohl

Siemens, s.r.o.

Siemensova 1
155 00 Praha 13
Czech Republic

E-mail:

jiri.pohl@siemens.com

siemens.cz