

Multimodální udržitelná mobilita

Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.

Jihlava, 14. 9. 2017

Požadavky na mobilitu

Vývoj mobility určuje společenská poptávka.

Aktuálně se nejvíce projevují trendy:

- **dekarbonizace mobility** (zbavit dopravu závislosti na fosilních palivech),
- **bezemisní mobilita** (zbavit dopravu nežádoucích vlivů na zdraví a životní prostředí),
- **méně pracná doprava** (náhrada rutinní lidské práce stroji – Doprava 4.0),
- **rozvoj polycentrické struktury osídlení** (zapojení celé plochy území státu do systému tvorby a spotřeby hodnot).

1. Změna klimatu

Podle zákona zachování hmoty se při spalování uhlí, nafty i zemního plynu stěhuje uhlík v podobě CO₂ z podzemí na oblohu, do zemského obalu.

Spálením jednoho litru nafty vzniká 2,65 kg CO₂.

Na jednoho občana ČR připadá roční produkce cca 12 t CO₂.

Oproti době předindustriální jsme v zemském obalu zvýšili množství CO₂ z 3 500 miliard tun na současných 5 000 miliard tun a střední roční teplotu země jsem zvedli o 1 ° C.

V prosinci 2015 se 147 státníků a reprezentantů ze 196 zemí na CPP 21 v Paříži dohodlo, že by oteplení nemělo přesáhnout 1,5 až 2 stupně.

K naplnění tohoto cíle můžeme do zemského obalu poslat již jen:

- a) 750 miliard tun CO₂ (pro oteplení o 1,5 ° C),
- b) 1 500 miliard tun CO₂ (pro oteplení o 2 ° C).

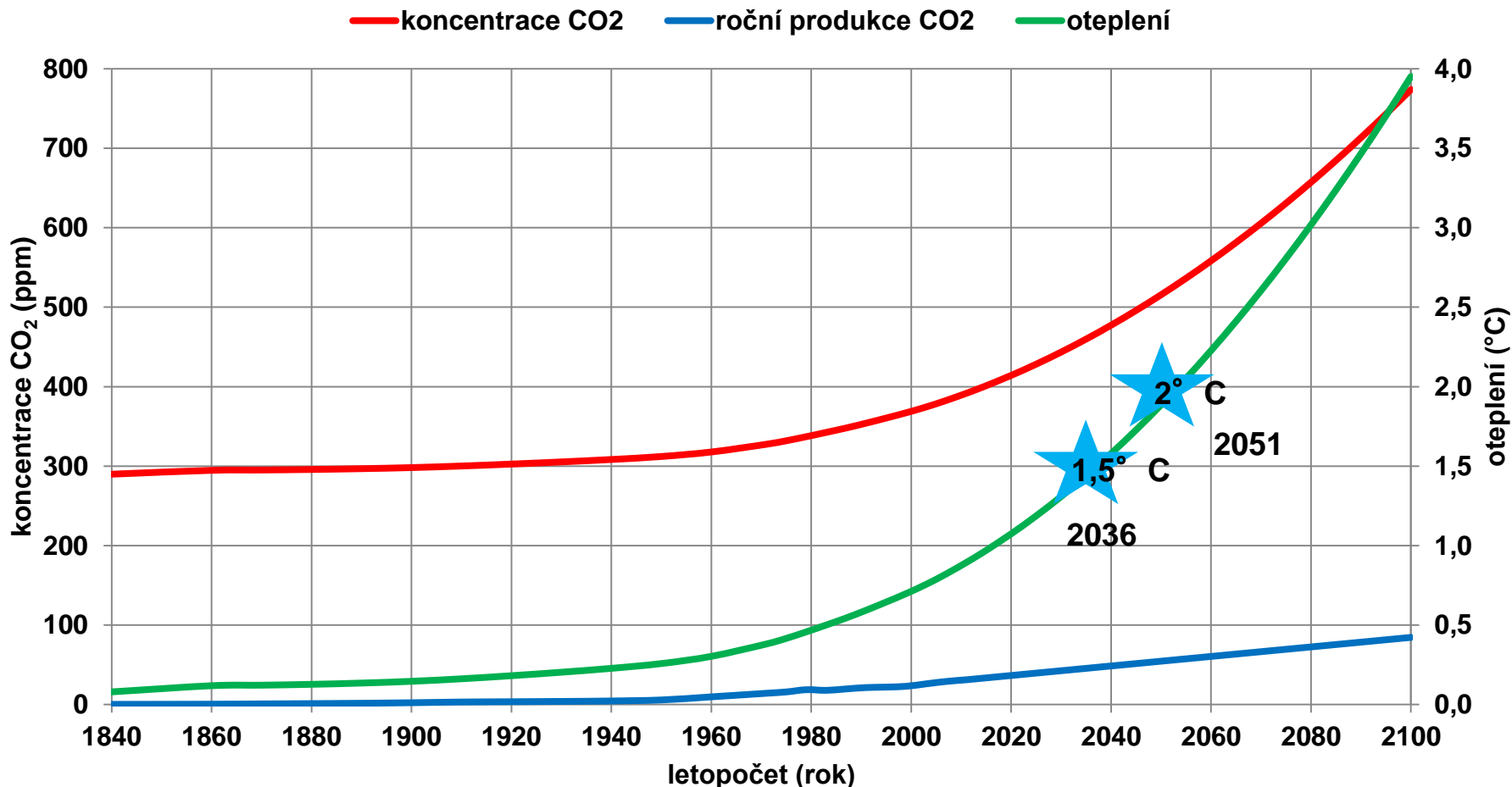
Vláda ČR schválila ratifikaci Pařížského protokolu v srpnu 2016.

Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR schválila ratifikaci Pařížského protokolu v září 2017.

Přirozený scénář dalšího spalování fosilních paliv

- oteplení Země o 1,5 ° C za 21 let,
- oteplení Země o 2 ° C za 36 let.

predikce vývoje klimatu (dosavadní růst roční produkce: + 0,6 miliard t CO₂/rok)



Evropská rada – Summit říjen 2014

Dokument EU Závěry o rámci politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 (SN 79/14) určuje základní cíle:

- 1) snížit emise skleníkových plynů alespoň o 40 % oproti roku 1990,**
- 2) zvýšit podíl energie z obnovitelných zdrojů na 27 %,**
- 3) zvýšit energetickou účinnost (snížit spotřebu energie) o 27 %**

„Zimní energetický balíček EU“ ze 30.11.2016 navrhuje zpřísnit třetí cíl na 30 %.

rok		2020	2030
emise CO ₂ k roku 1990	%	-20	-40
podíl obnovitelných zdrojů	%	20	27
zvýšení energetické účinnosti	%	20	30

Podíl dopravy na spotřebě energie

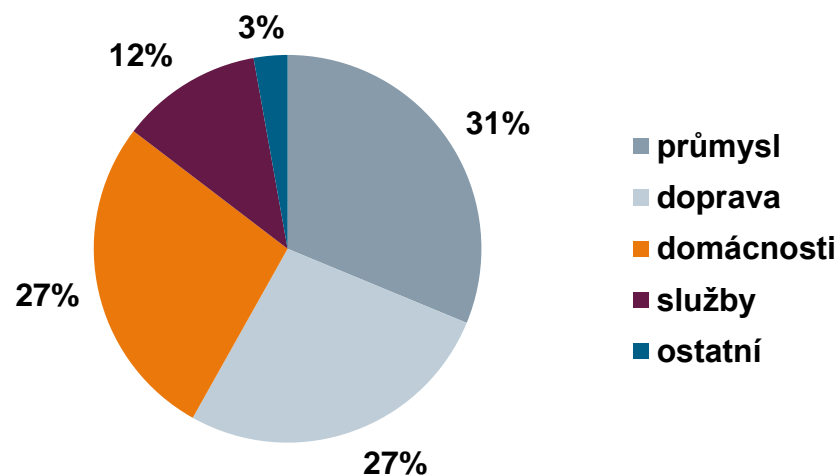
ČR patří k zemím s velmi vysokou spotřebou energie na obyvatele a s velmi vysokou produkcí oxidu uhličitého na obyvatele.

Omlouváme to tím, že jsme průmyslovou zemí.

Avšak to není úplně přesné, průmysl se na tom nepodílí sám:

- průmysl se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 31 %,
- doprava se v ČR na konečné spotřebě energie podílí 27 %.

struktura konečné spotřeby energie v ČR



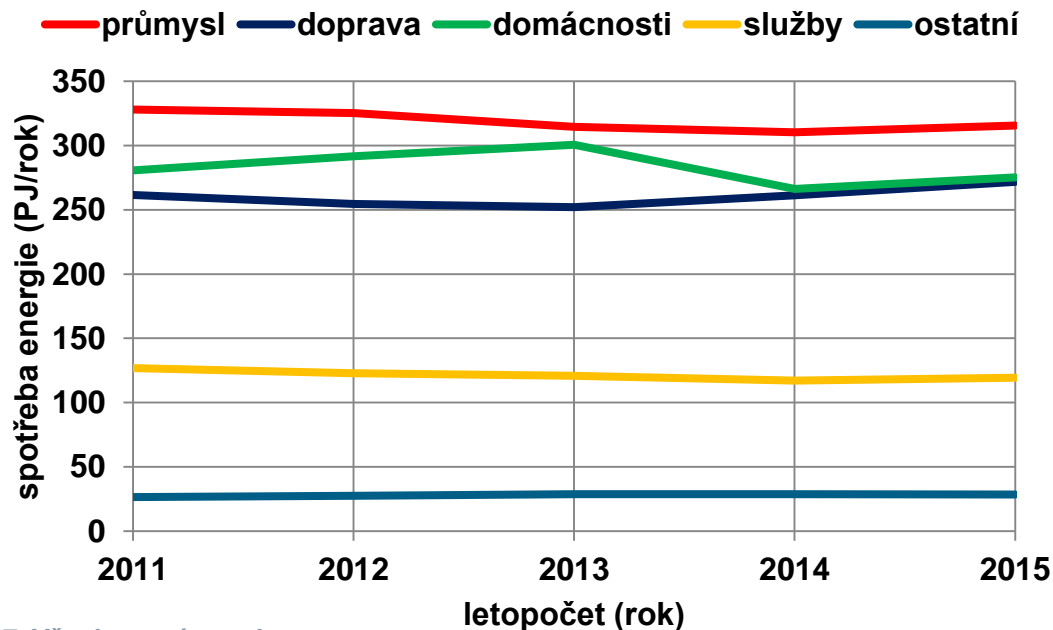
Vývoj spotřeby energie

V důsledku programů úspor klesla v ČR v rozmezí let 2011 až 2015 konečná spotřeba energie:

- v průmyslu o 4 %,
- v domácnostech o 2 %.

Avšak v dopravě vzrostla spotřeba energie o 4 %

struktura konečné spotřeby energie v ČR



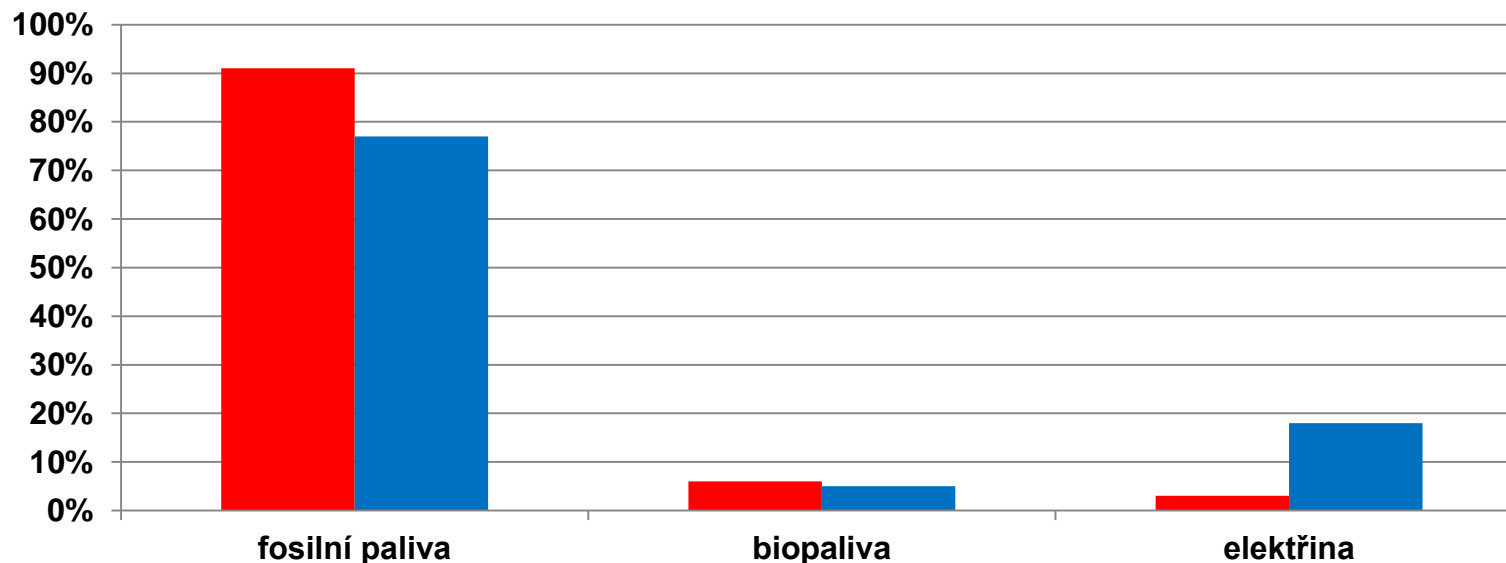
Energie pro dopravu

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

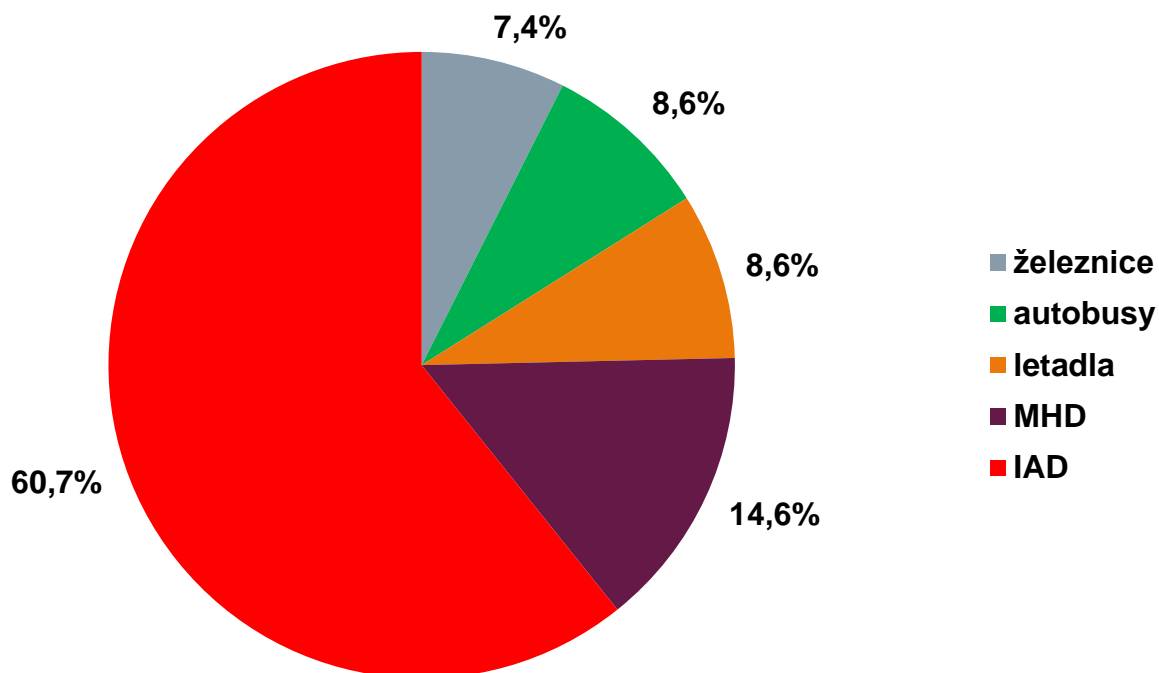
■ spotřeba energie ■ přepravní výkon



Struktura mobility osob v ČR

Dominantním dopravním módem v oblasti přepravy osob jsou spalovacími motory poháněné automobily.

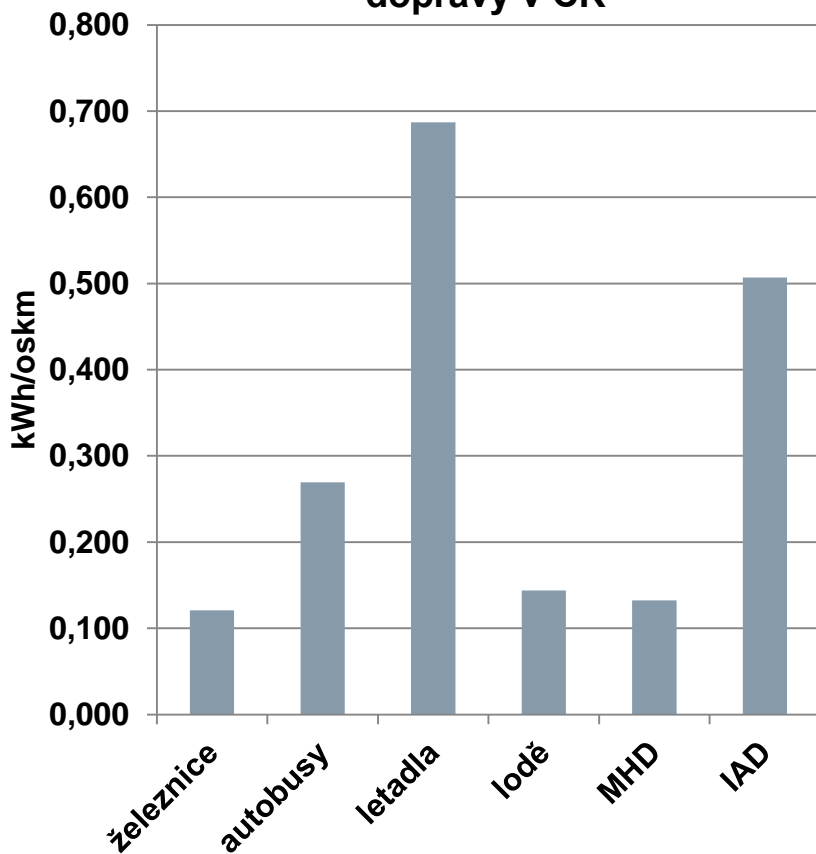
podíl na přepravních výkonech osobní dopravy (ČR, 2016)



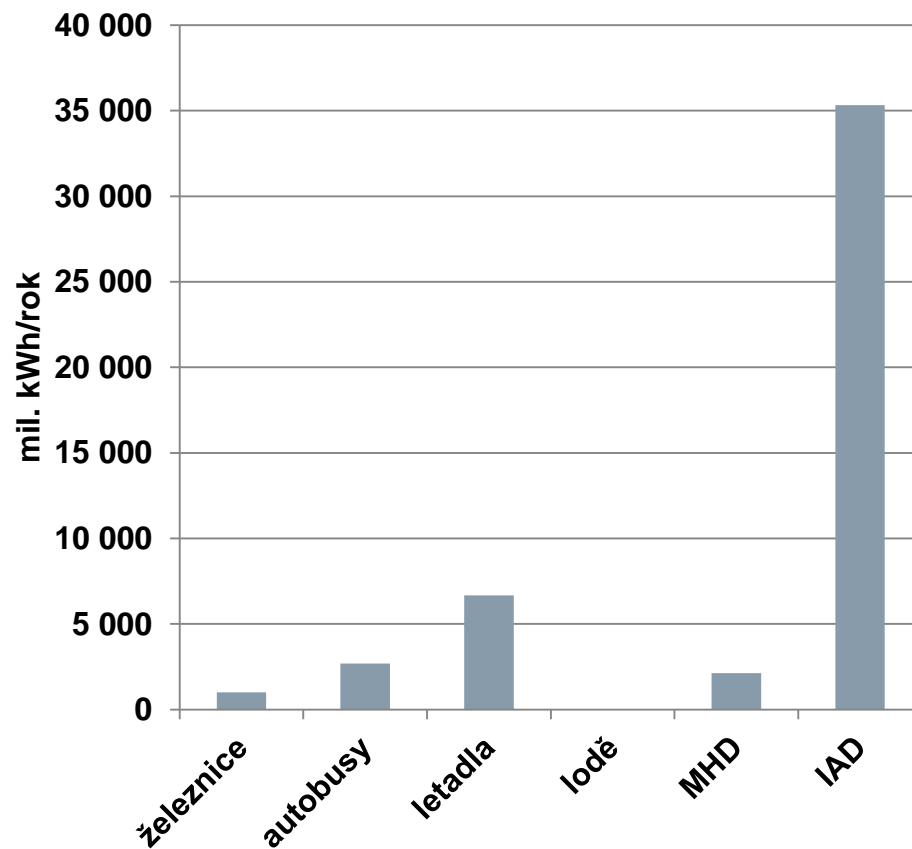
Struktura spotřeby energie pro dopravu osob

Dominantním spotřebitelem energie v osobní dopravě jsou energeticky vysoce náročné automobily.

měrná energetická náročnost osobní dopravy v ČR



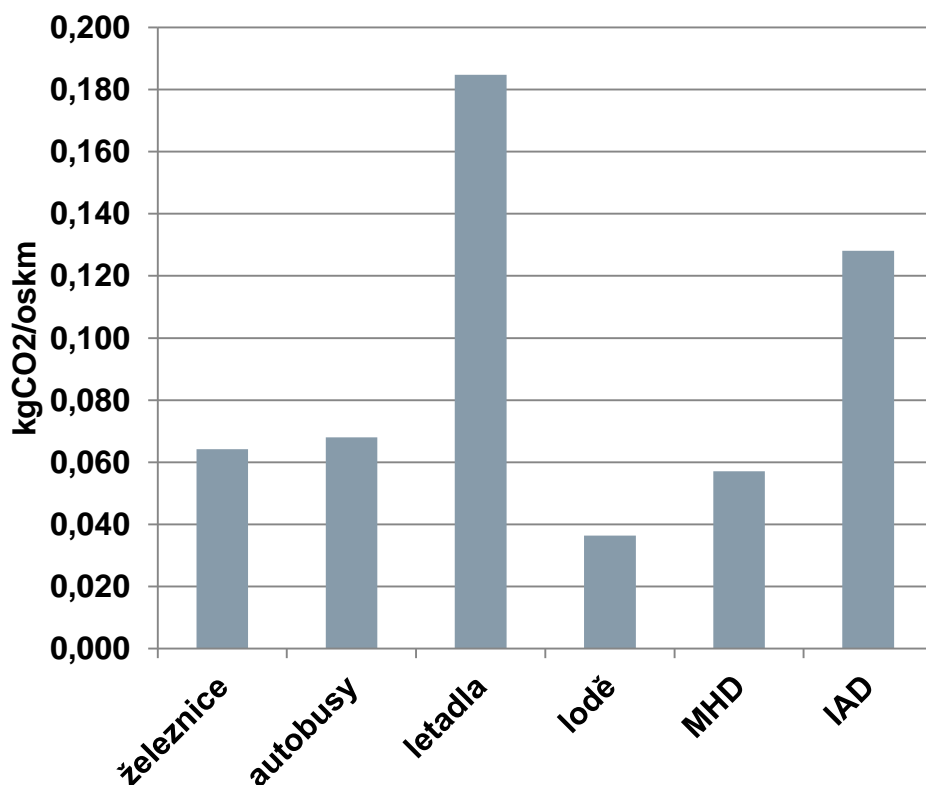
spotřeba energie osobní dopravy v ČR



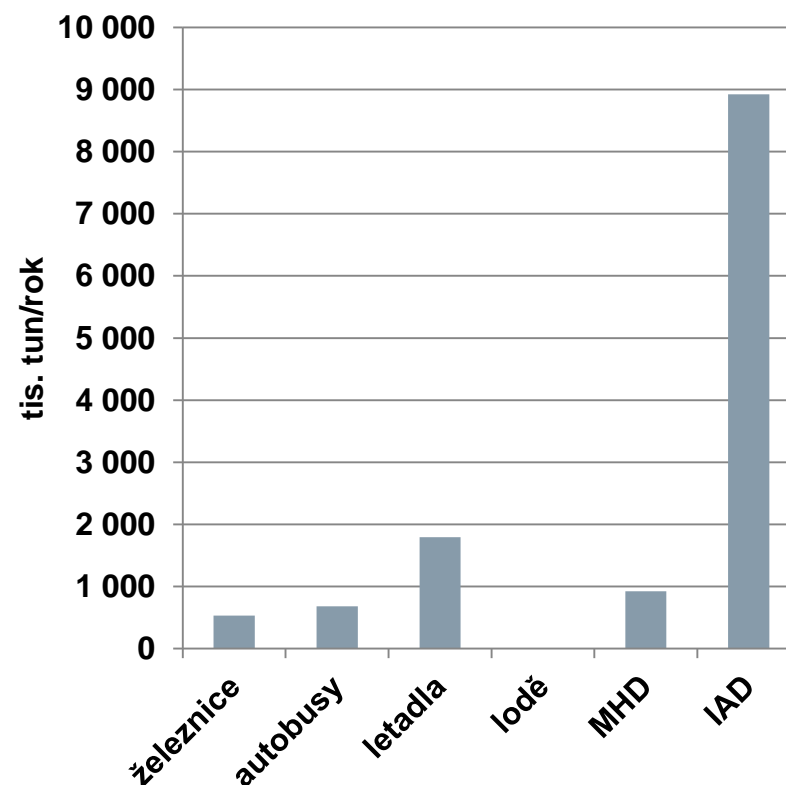
Struktura produkce CO₂ dopravou osob

Dominantním producentem CO₂ v osobní dopravě jsou na fosilních palivech silně závislé automobily.

měrná produkce CO₂ osobní dopravy v ČR

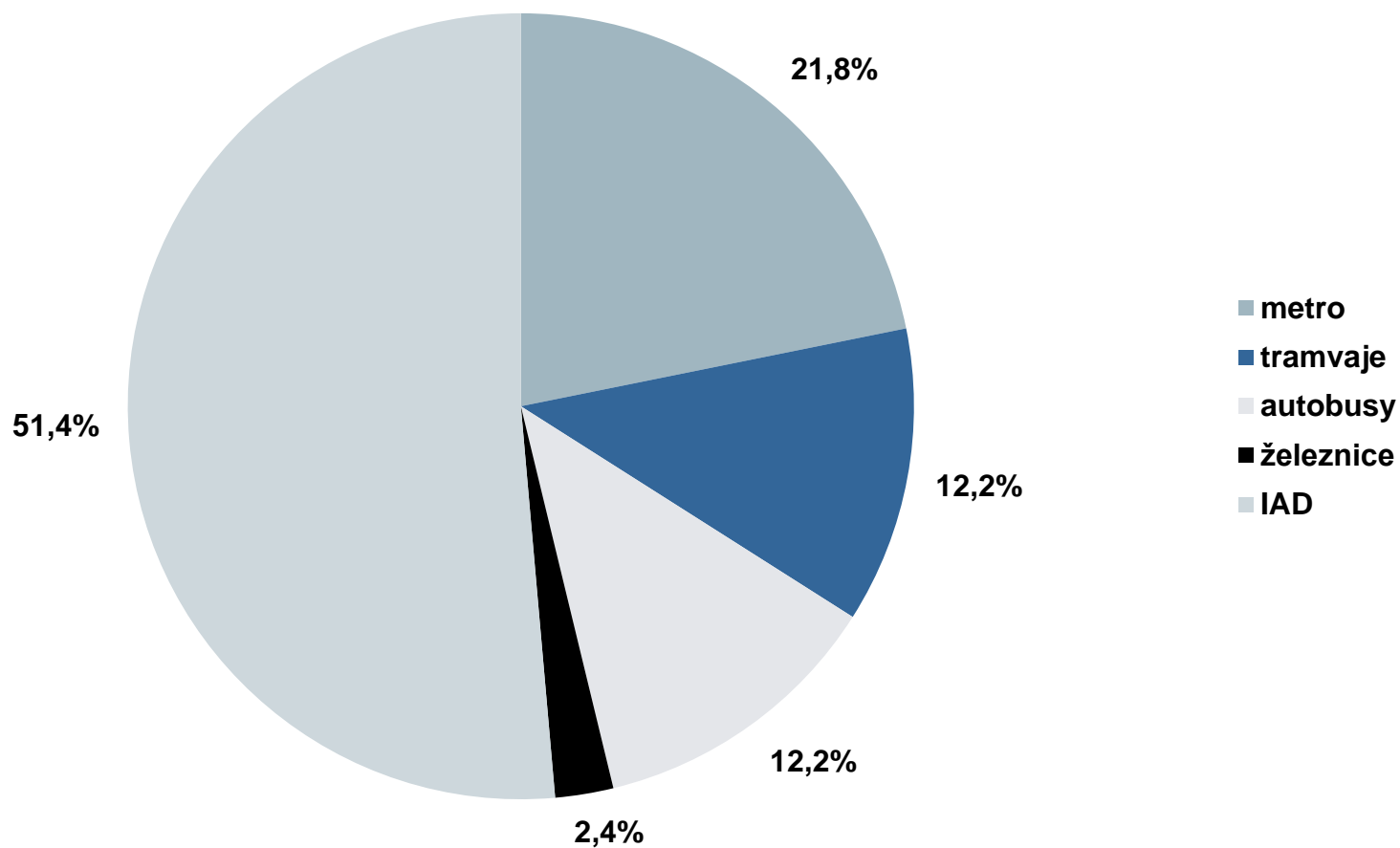


produkce CO₂ osobní dopravy v ČR



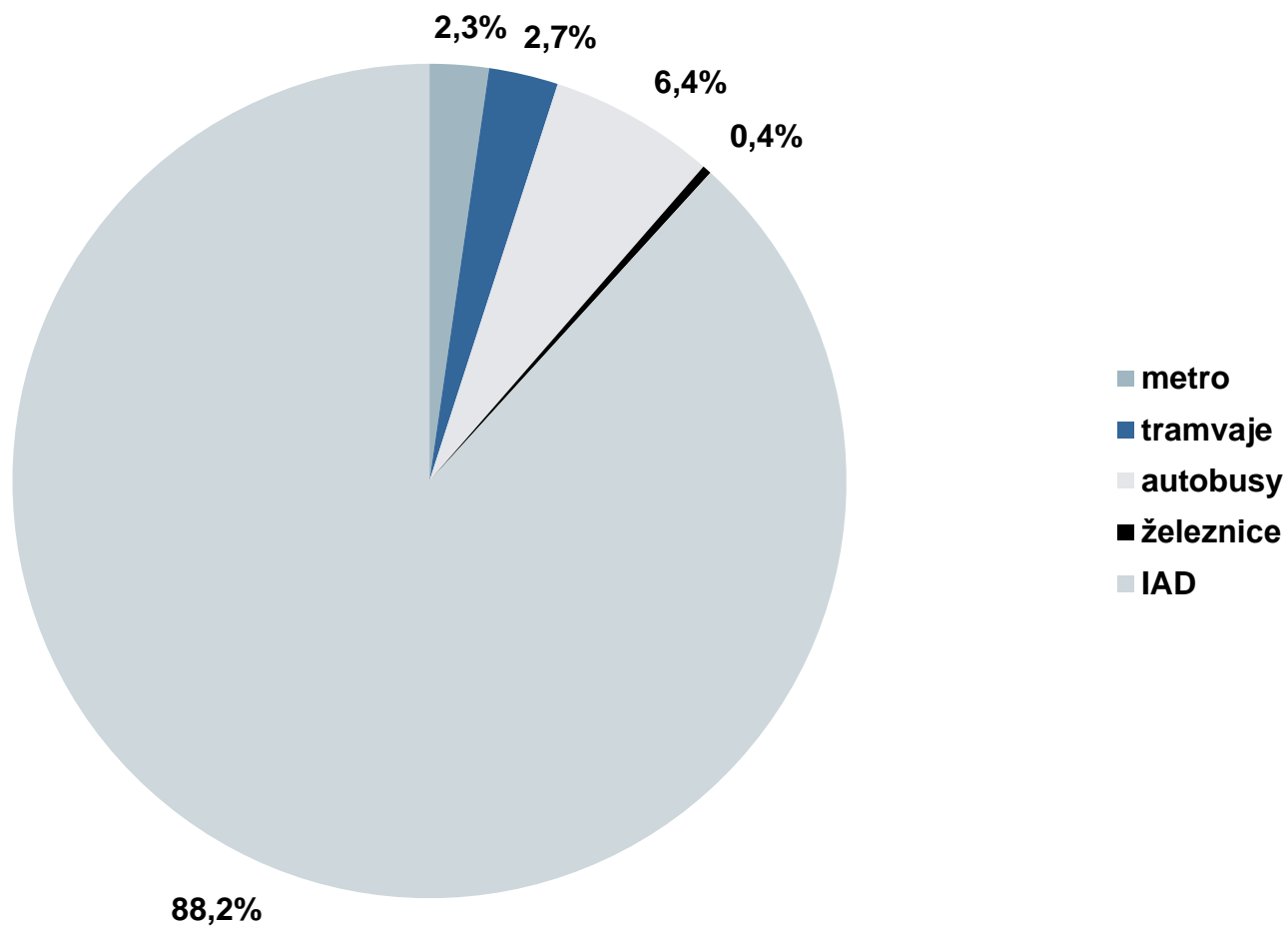
Doprava osob v Praze

podíl na přepravních výkonech



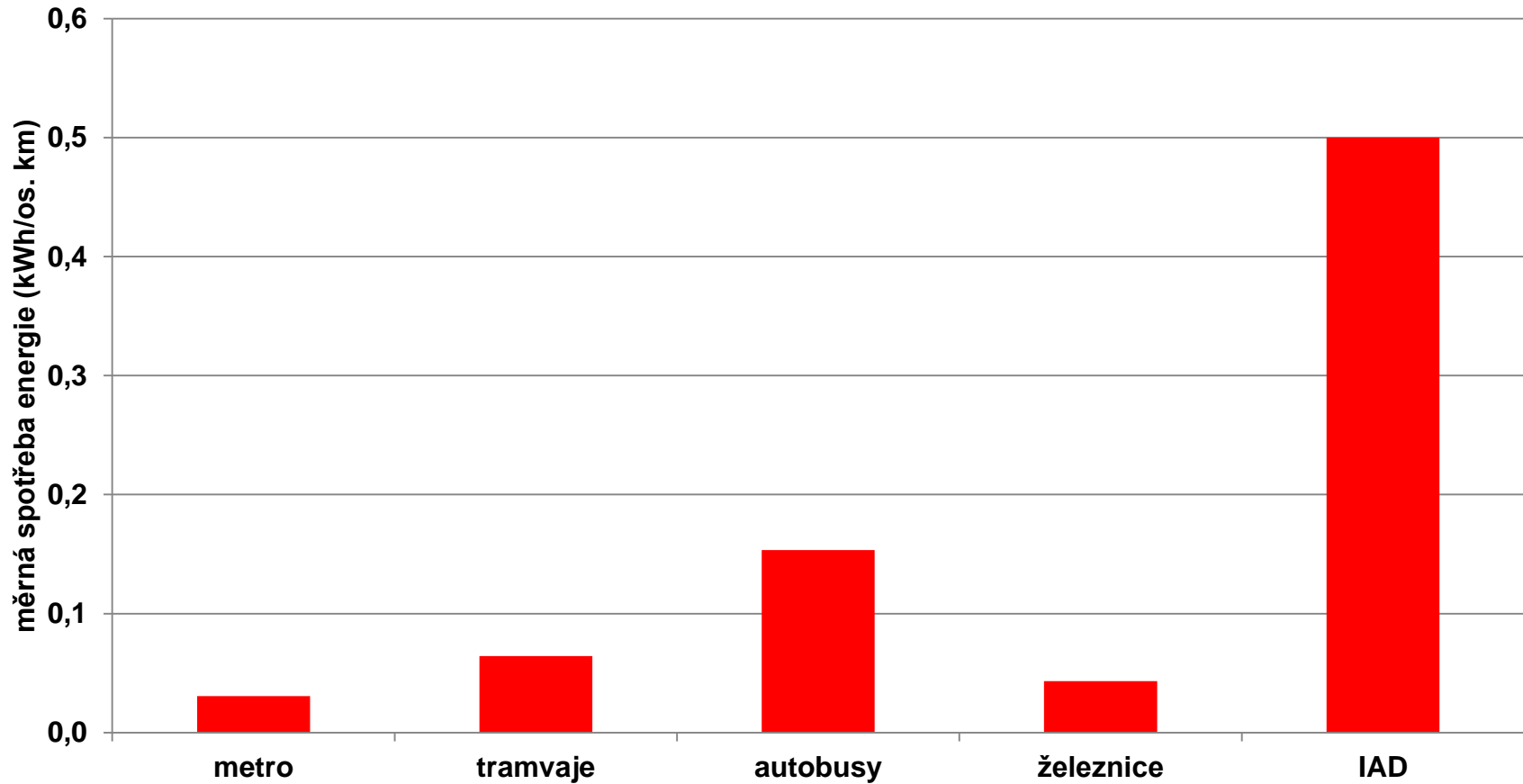
Doprava osob v Praze

podíl na spotřebě energie



Energetická náročnost osobní dopravy v Praze

energetická náročnost městské dopravy



Nejvíce používáme ty dopravní módy (osobní automobilová doprava, nákladní automobilová doprava), které jsou vysoce náročné na spotřebu a které jsou silně závislé na fosilních palivech a proto intenzivně produkují oxid uhličitý.

Největší potenciál úspor energie a produkce CO₂ není v rámci jednotlivých dopravních módů (**intramodální** úspory), ty mohou snížit spotřebu cca **o 15 %**, ale převodem dopravy na méně energeticky a klimaticky náročné dopravní módy (**extramodální** úspory), ty mohou snížit spotřebu cca **na 15 %**.

Nutným předpokladem k využití potenciálu extramodálních úspor (k převodu dopravy na energeticky a klimaticky méně náročné dopravní módy) je jejich vysoká výkonnost a vysoká kvalita.

EC/IC vlaky

- **Železnice** – jízda rychlostí 160-200 km/h: spotřeba 2,5 kWh/sedadlo/100 km
- **Automobil** – jízda rychlostí 130 km/h: spotřeba 12,5 kWh/sedadlo/100 km



Pohodlím k úsporám energie

Kvalitní přepravní produkty jsou nástrojem ke motivaci pro konverzi cestujících ze silnic a dálnic na železnice a tím i k zásadním úsporám spotřeby energie i produkce CO₂.

SIEMENS
Ingenuity for life



Vysokorychlostní železnice

SIEMENS
Ingenuity for life

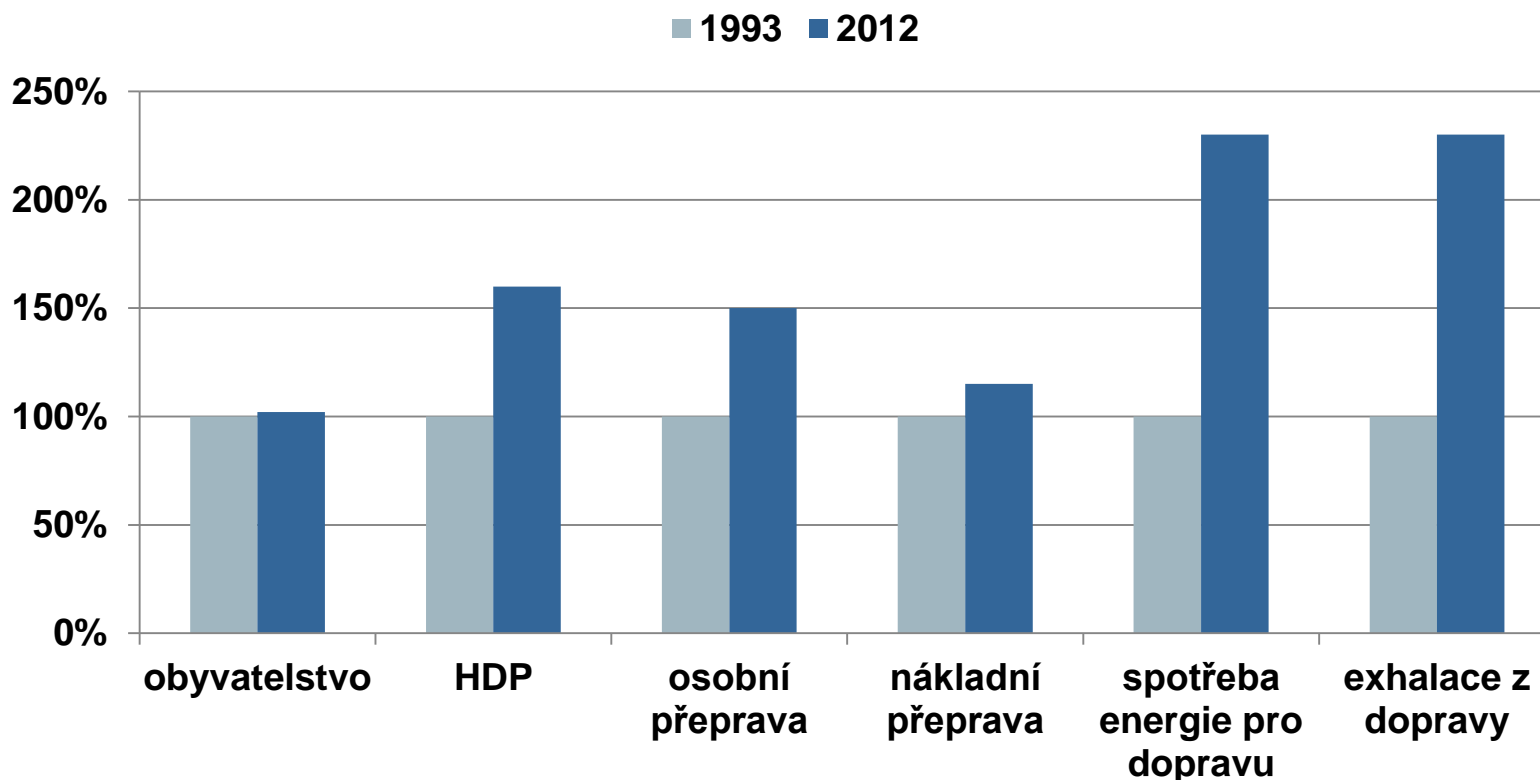
- **Pěšky** – chůze rychlostí 5 km/h: spotřeba 8 kWh/100 km
- **Železnice** – jízda rychlostí 300 km/h: spotřeba 4 kWh/sedadlo/100 km
- **Letadlo** – let rychlostí 900/300 km/h: spotřeba 40 kWh/sedadlo/100 km



© Siemens, s.r.o. 2017. Všechna práva vyhrazena.

2. Exhalace produkované dopravou

Česká republika 1993 - 2012



V průběhu prvních 20 let v samostatné ČR došlo ke zvýšení spotřeby energie pro dopravu na 2,3 násobek i ke zvýšení exhalací produkovaných dopravou též na 2,3 násobek. Nyní je úkolem zcela opačný trend: čistá mobilita.

Externí náklady (Věstník Dopravy MD ČR č. 11/2013)

Individuální automobilová doprava zatěžuje společnost velmi vysokými Externími náklady, a to zejména v oblasti znečištění ovzduší emisemi zdraví škodlivých látek ze spalovacích motorů a otěrem z pneumatik.

Externality osobní dopravy (Kč/1 000 os km), úroveň roku 2017					
	automobilová	motocyklová	autobusová	železniční	letecká
nehody	1 806	12 547	155	45	30
hluk	286	853	65	196	181
znečištění ovzduší	869	396	984	246	80
změny klimatu	798	696	447	266	1 767
celkem	3 760	14 492	1 651	753	2 058

Příklad:

převedením osobní dopravy ze silnice na železnici dochází ke úspoře ze státního rozpočtu ČR financovaných externích nákladů o:

$$3,76 - 0,75 = 3,01 \text{ Kč/oskm}$$

To je více, než je cena jízdného.

Usnesení vlády ČR č. 978/2015

Národní plán snižování emisí

Minimalizovat produkci spalovacími motory a otěrem z pneumatik produkovaných zdraví škodlivých polutantů, a to zejména:

- prachové částice (PM 10, PM 2,5, PM 1)
- vysoce toxické oxidy dusíku NO_x,
- polyaromatické uhlovodíky (PAH) – Benzo(a)pyren

Splnění limitů EURO 6 je pro lidské zdraví nepostačující, z dopravy je nutno zcela vyloučit používání vozidel se spalovacími motory.

Vozidla nesmí škodit obyvatelstvu.

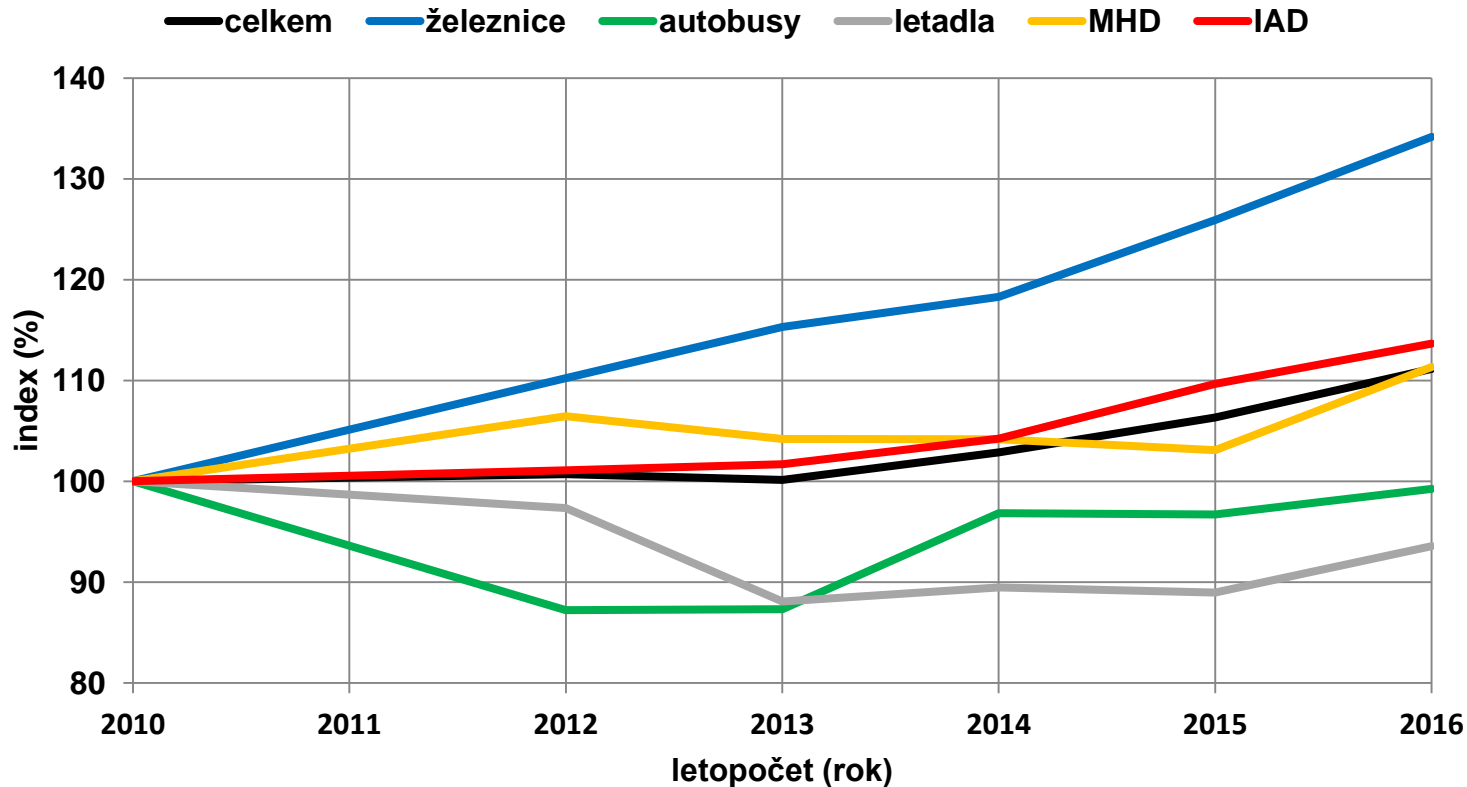
Plus trend snižování hluku generovaného dopravou.

Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

Obyvatelstvo v ČR inklinuje k osobní železniční dopravě – přepravní poptávka vzrostla za 6 let o 34 %, tedy k roku 2010 v průměru o 5,7 % ročně.

V poslední době narůstá i zájem o městskou hromadnou dopravu

přepravní výkony osobní dopavy v ČR (2010: 100 %)



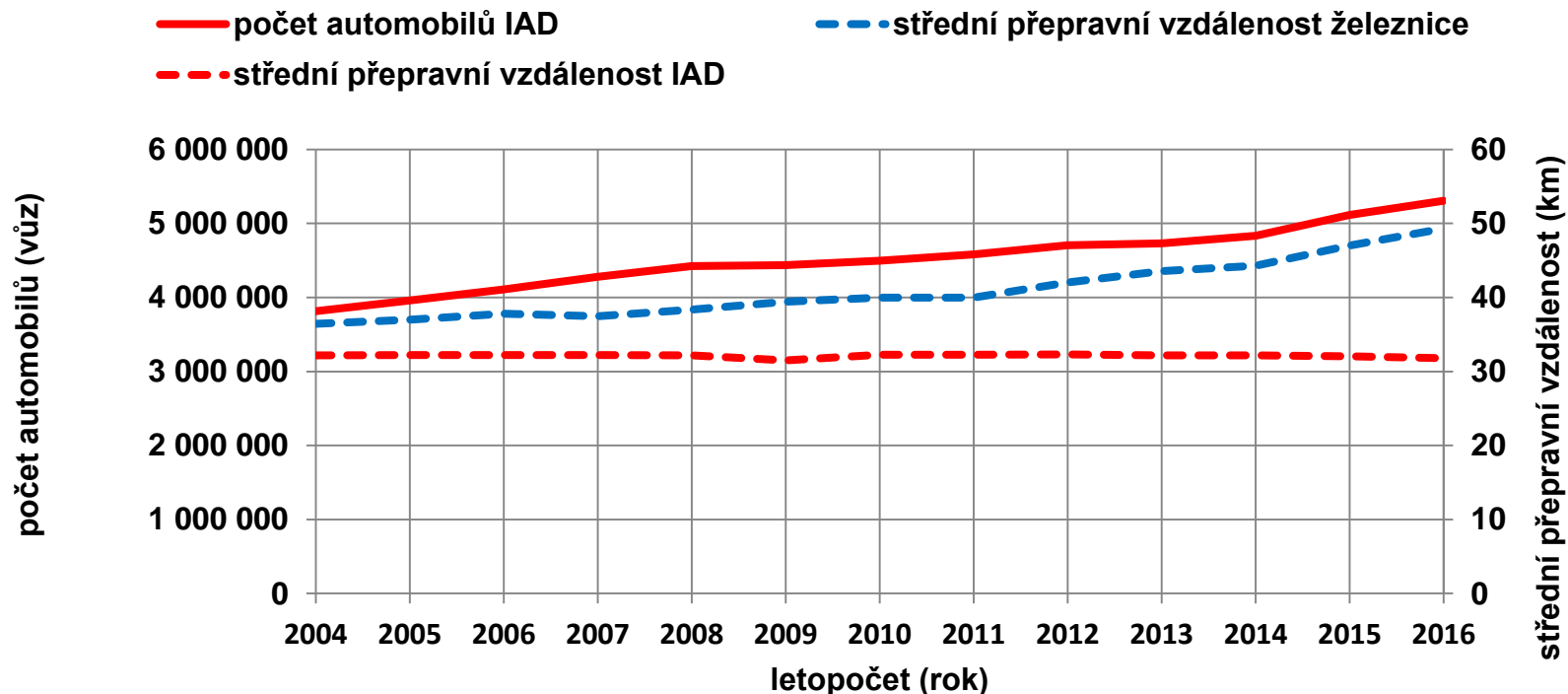
Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

V ČR došlo ke zvýšení počtu osobních automobilů ze 4 na 5 milionů, ale střední přepravní vzdálenost automobilem stagnuje na hodnotě 32 km.

Střední přepravní vzdálenost vlakem se ve stejné době zvýšila ze 37 na 50 km.

Lidé se naučili jezdit autem na vlak. Nepotřebují dálnice, ale parkoviště P + R.

souvislost rozvoje automobilizace se způsobem použití železnice

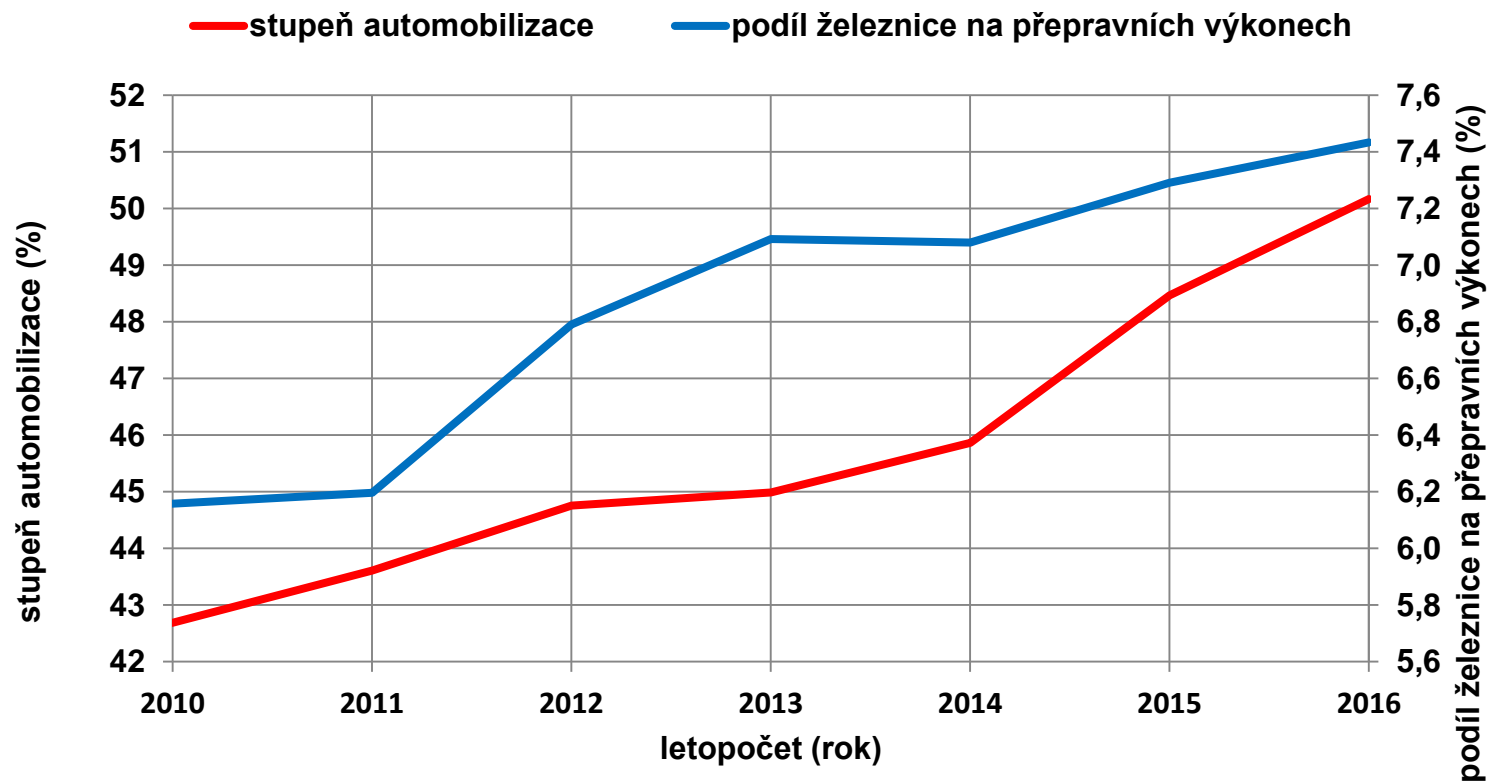


Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

Lidé sice mají lidé více automobilů, ale rádi jezdí vlakem.

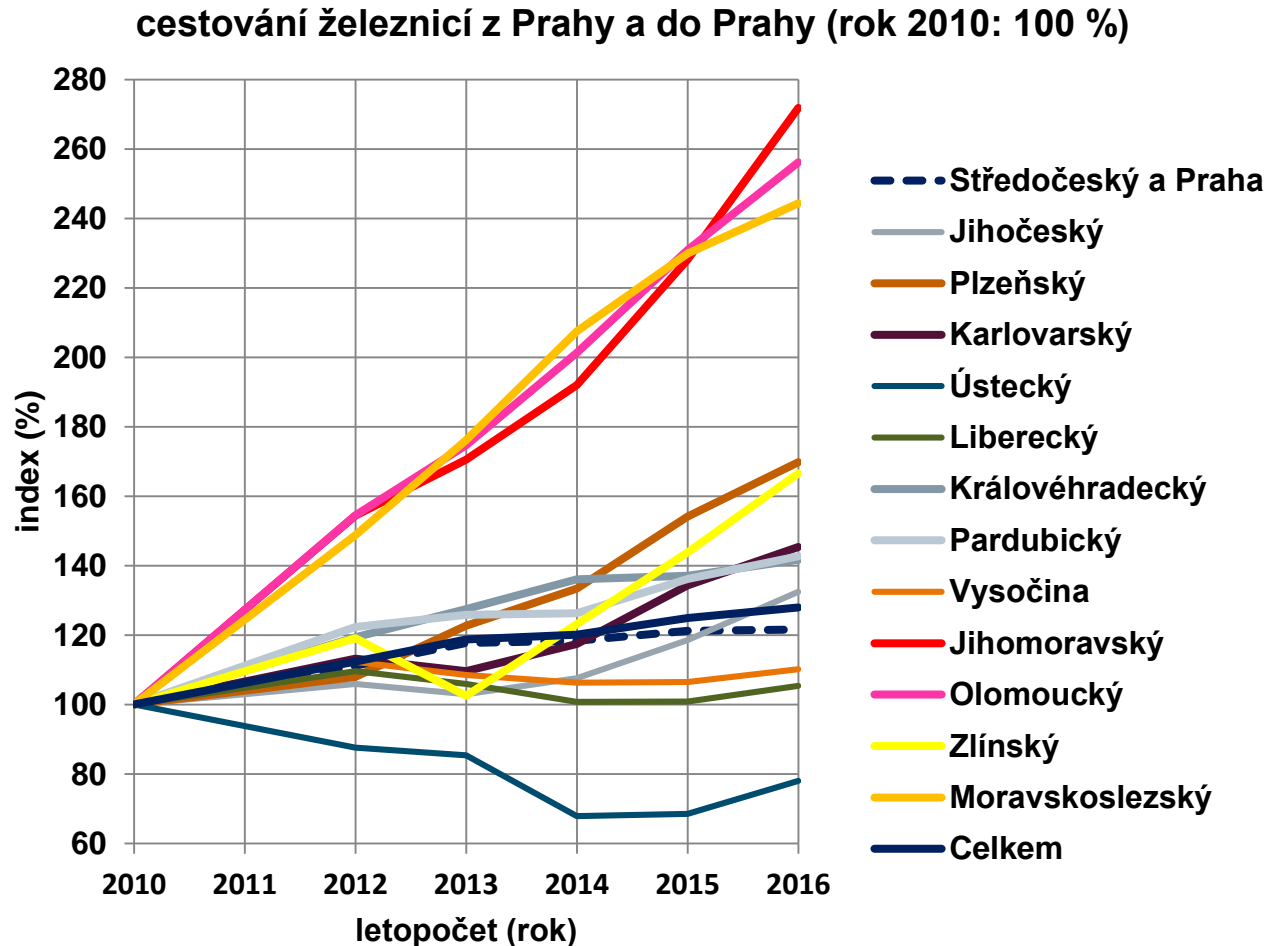
Orientaci obyvatelstva směrem k železnici je nanejvýš rozumné podpořit vyšší kvalitou i kvantitou přepravní nabídky. Tu společně vytvářejí tratě, vozidla a jízdní řád.

souvislost stupně automobilizace s podílem železnice



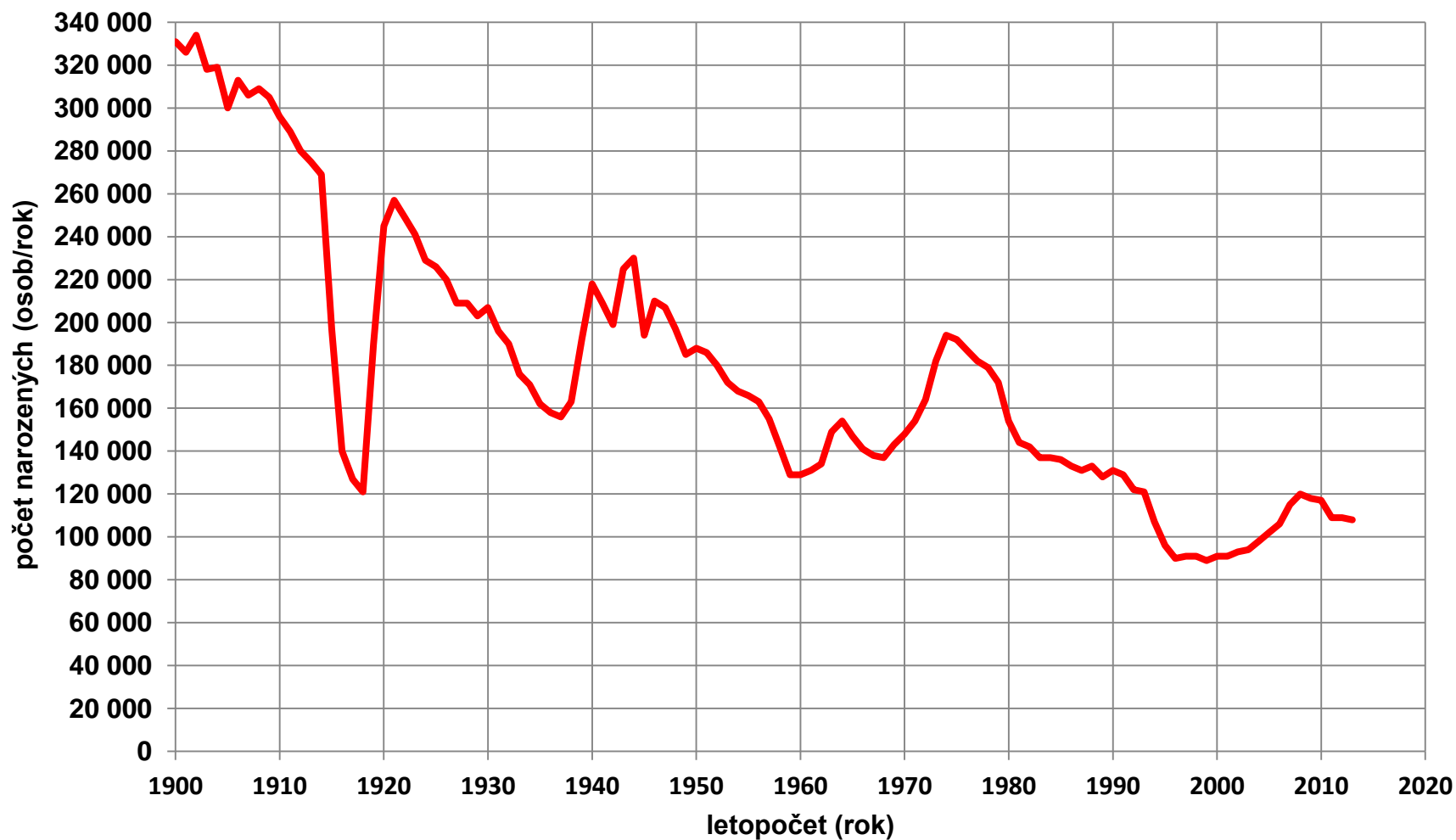
Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

Na dálkových linkách na tranzitních železničních koridorech rostou počty cestujících o desítky procent ročně. V relaci Praha – Brno (JMK) je nárůst na 272 % za 6 let.



3. Snižování spotřeby lidské práce pro dopravu

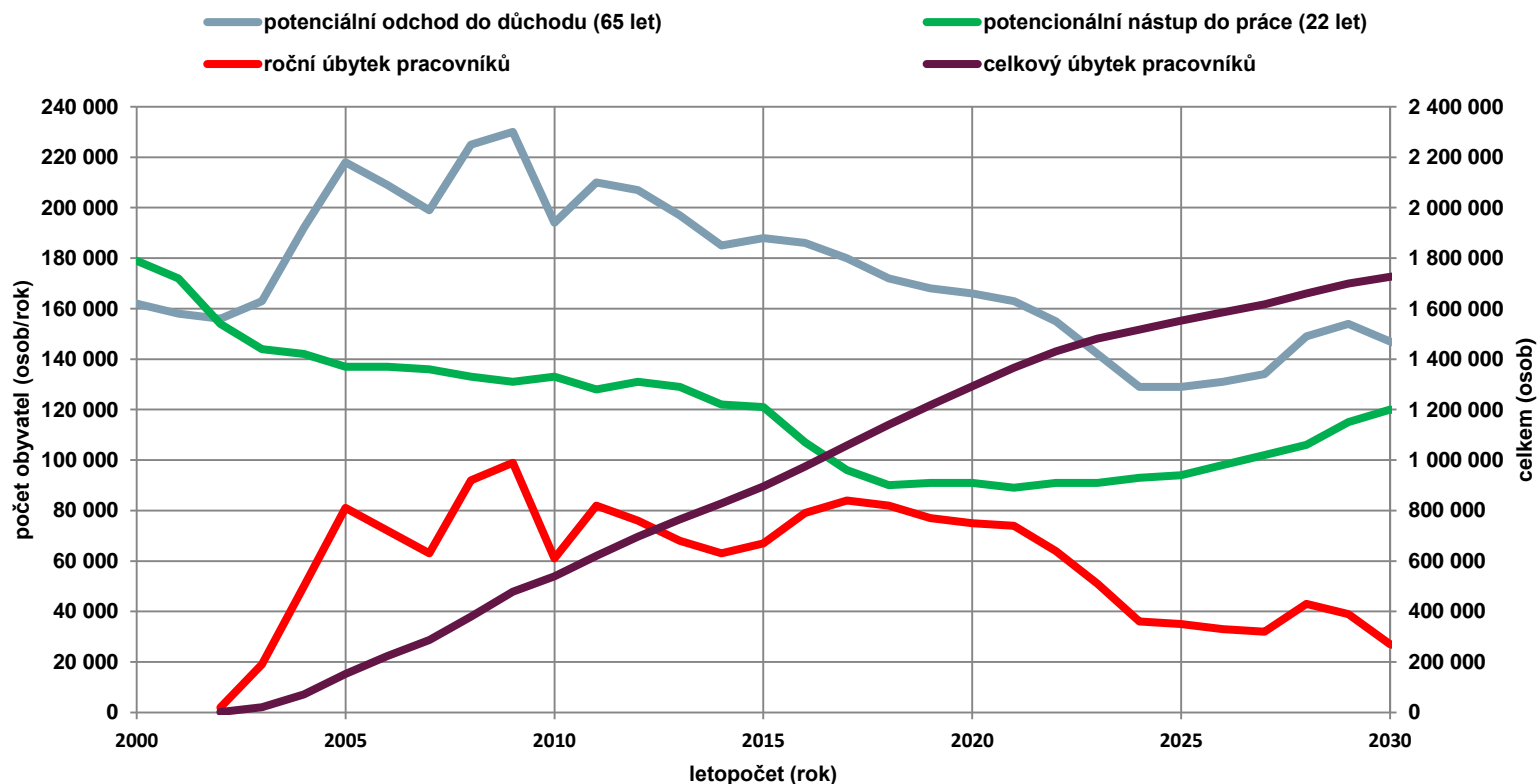
demografický vývoj v ČR



Vývoj reprodukční schopnosti obyvatelstva ČR

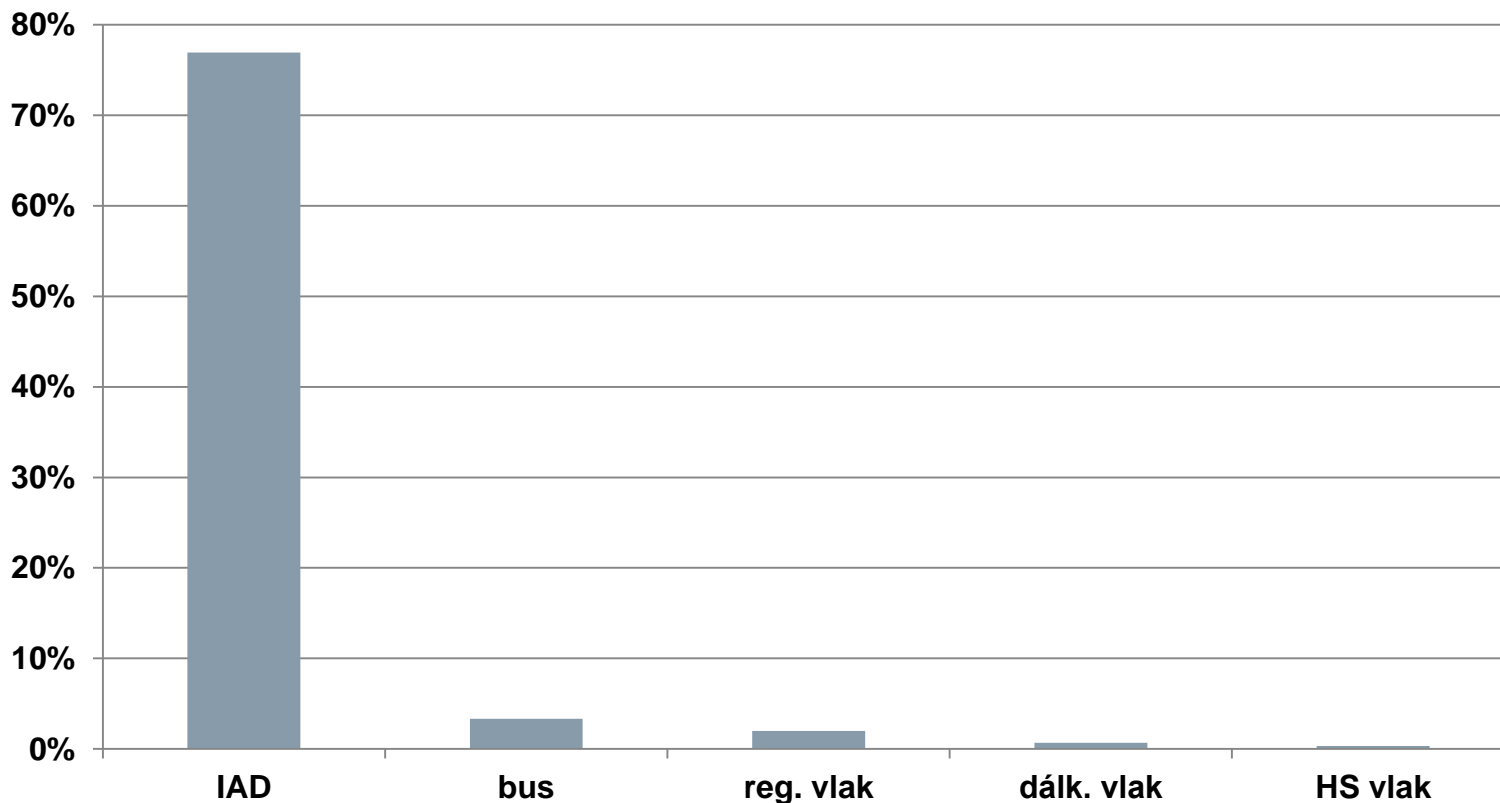
**V rozmezí let 2002 až 2016 ubylo v ČR cca 1 000 000 pracovních sil.
Aktuálně se podnikům v ČR nedostává 150 000 pracovních sil.
Úbytek pracovních sil tempem zhruba mínus 70 000 / rok bude pokračovat.**

důsledky demografického vývoje v ČR



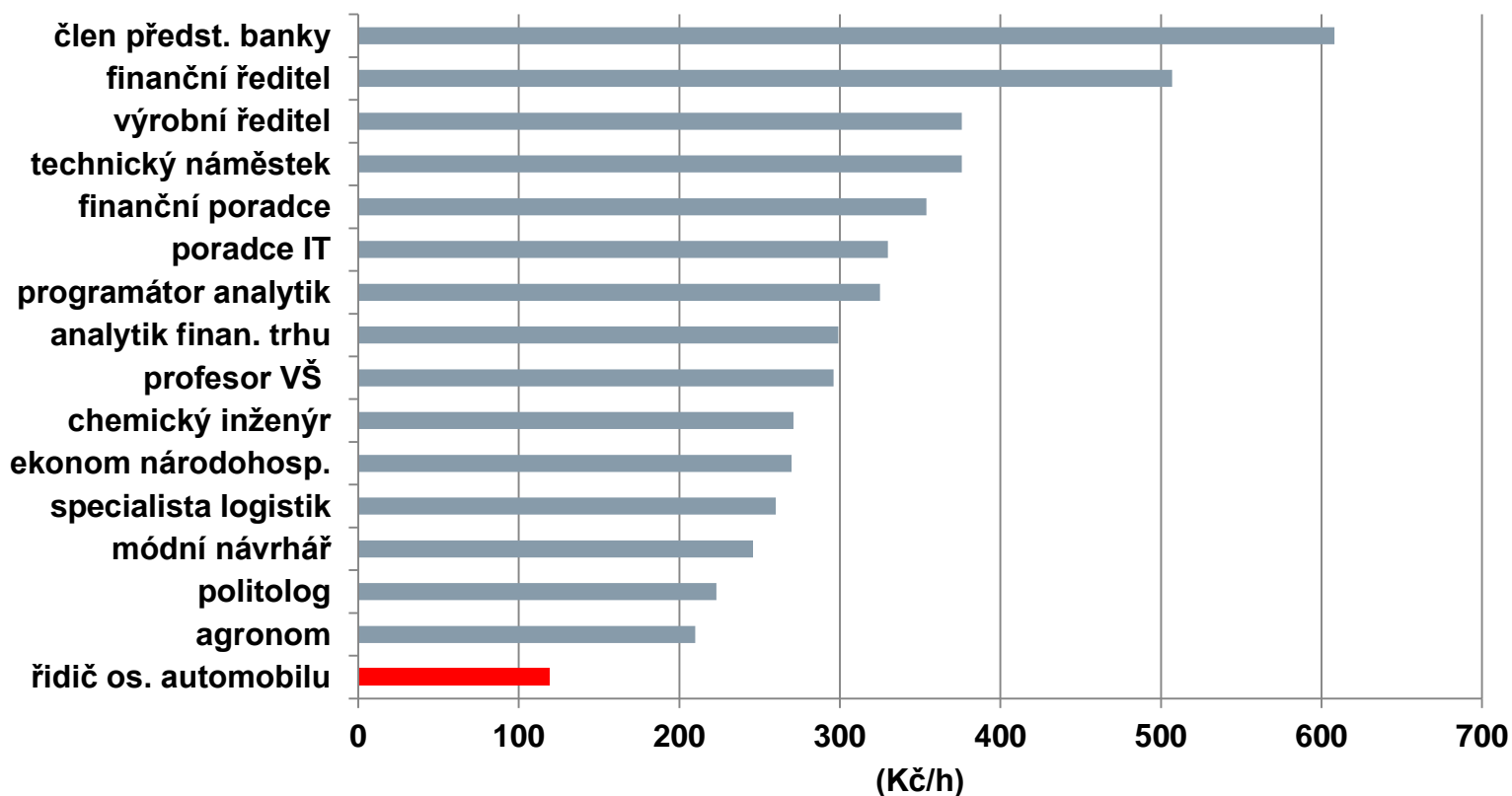
Individuální doprava zatěžuje mnoho osob řízením.
Hromadná doprava umožňuje produktivně využít čas strávený cestováním (Train Office).

podíl osob zaměstnaných řízením



V individuální dopravě je plýtváno fondem pracovní doby vysoce kvalifikovaných osob.

Průměrný hodinový výdělek v ČR v roce 2016 (MPSV ČR – ISPV)



4. Rozvoj polycentrické struktury

Minulost

- **95 % obyvatelstva pracovalo v zemědělství, docházková vzdálenost na pole určila historickou strukturu osídlení (systém vesnic a malých měst)**

Současnost

- **2 % obyvatelstva pracuje v zemědělství**
- **Výhoda z rozsahu vede ke koncentraci veškerých aktivit (výroba, služby, vzdělání, zdravotnictví, kultura, sport, ...) do velkých měst a jejich okolí**

Výsledkem je polarizace společnosti:

- **vznikla bohatá, přelidněná, vzdělaná, mladá, zaměstnaná a rozvíjející se města (včetně jim přilehlého venkova),**
- **vznikl chudnoucí, postupně vysídlovaný, méně vzdělaný, stárnoucí, málo zaměstnaný a celkově upadající odlehlý venkov (včetně jemu přilehlých městeček).**

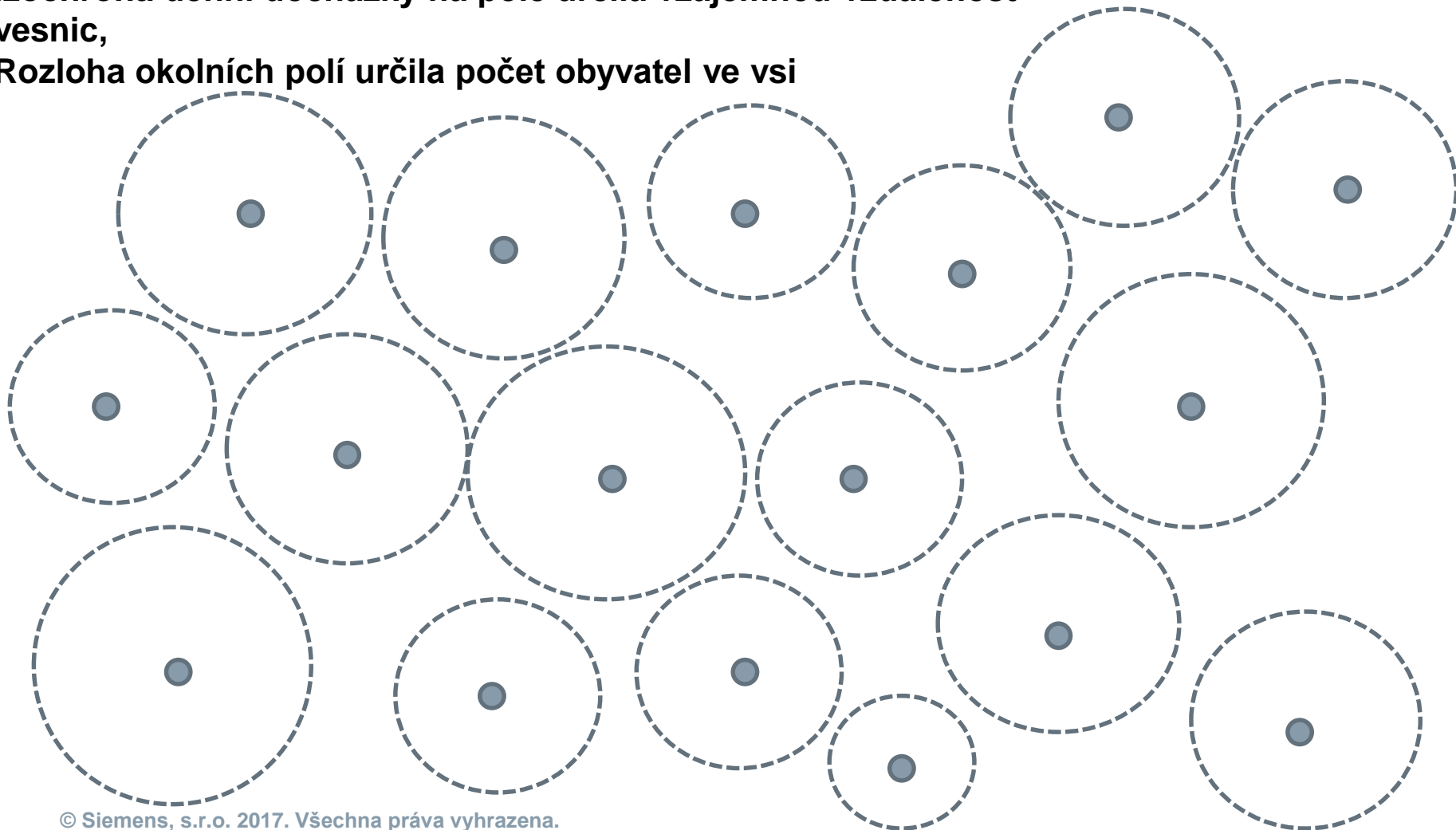
Hranicí mezi blahobytem a chudobou je izochrona denního dojíždění.

Původní struktura rozptýleného venkovského osídlení

95 % obyvatelstva je zaměstnáno v zemědělství

Izochrona denní docházky na pole určila vzájemnou vzdálenost vesnic,

Rozloha okolních polí určila počet obyvatel ve vsi



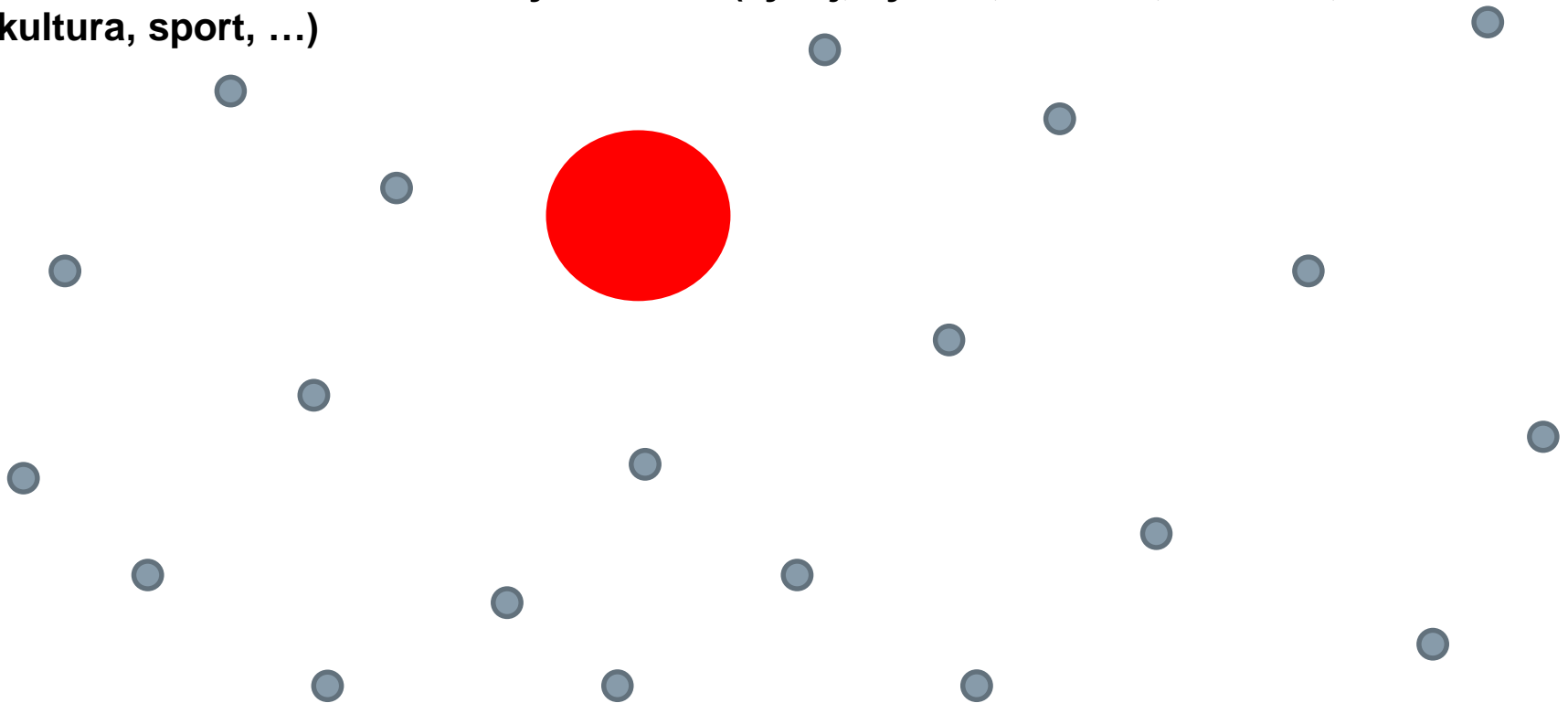
Koncentrace osídlení do velkých měst

Technika změnila zemědělství, to již zaměstnává jen 2 % obyvatelstva

Lidé odcházejí za vzděláním a za prací do velkých měst

Působením základních ekonomických principů (výhoda z rozsahu, výhoda ze struktury),

Dochází ke koncentraci lidských aktivit (vývoj, výroba, obchod, vzdělání, zdravotnictví, kultura, sport, ...)

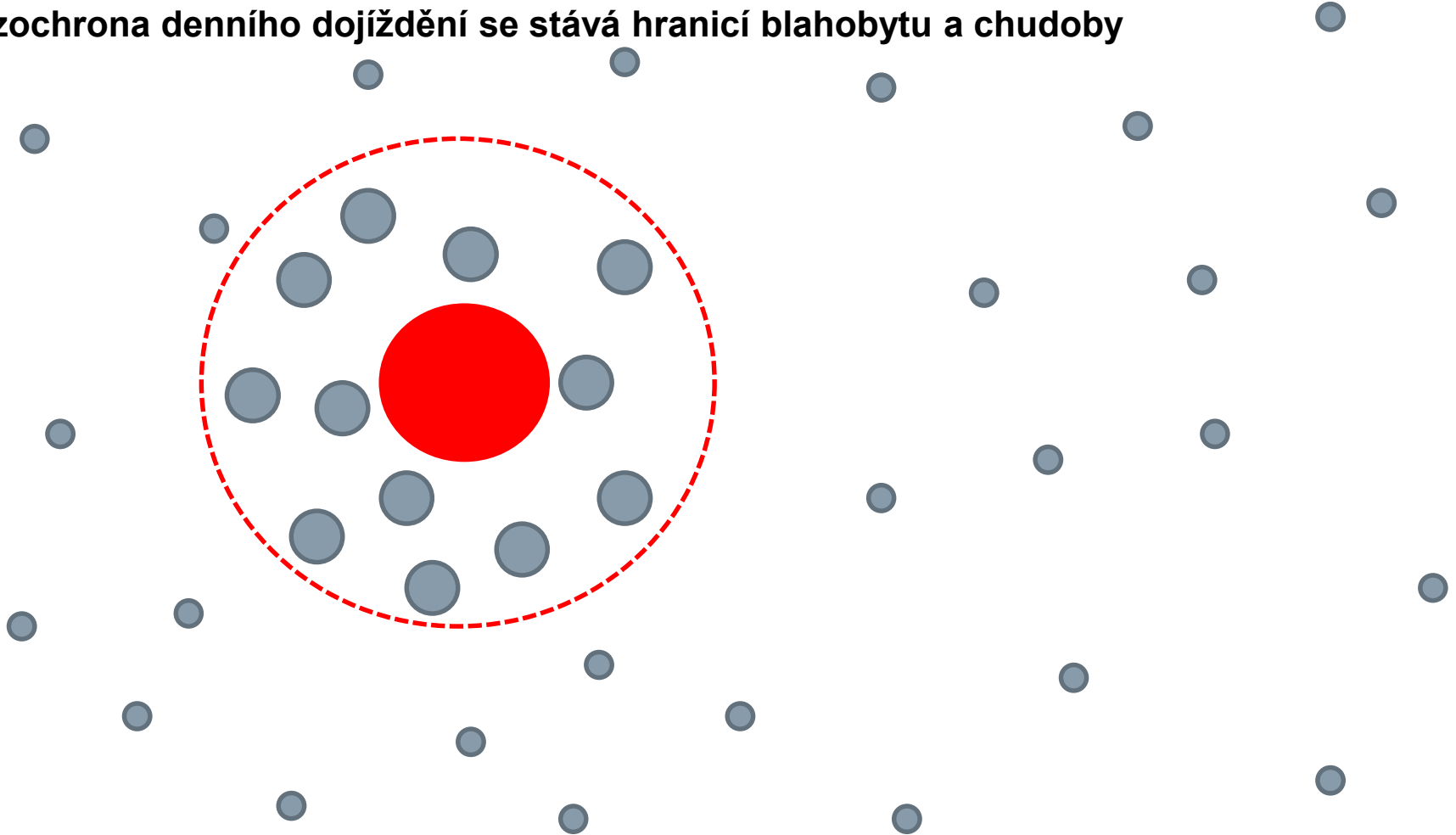


Dekonzentrace osídlení do okolí velkých měst

Růst bohatství umožňuje lidem bydlet i v okolí měst

Osídlení se polarizuje na bohatá města (a jejich okolí) a chudý odlehlý venkov

Izochrona denního dojíždění se stává hranicí blahobytu a chudoby

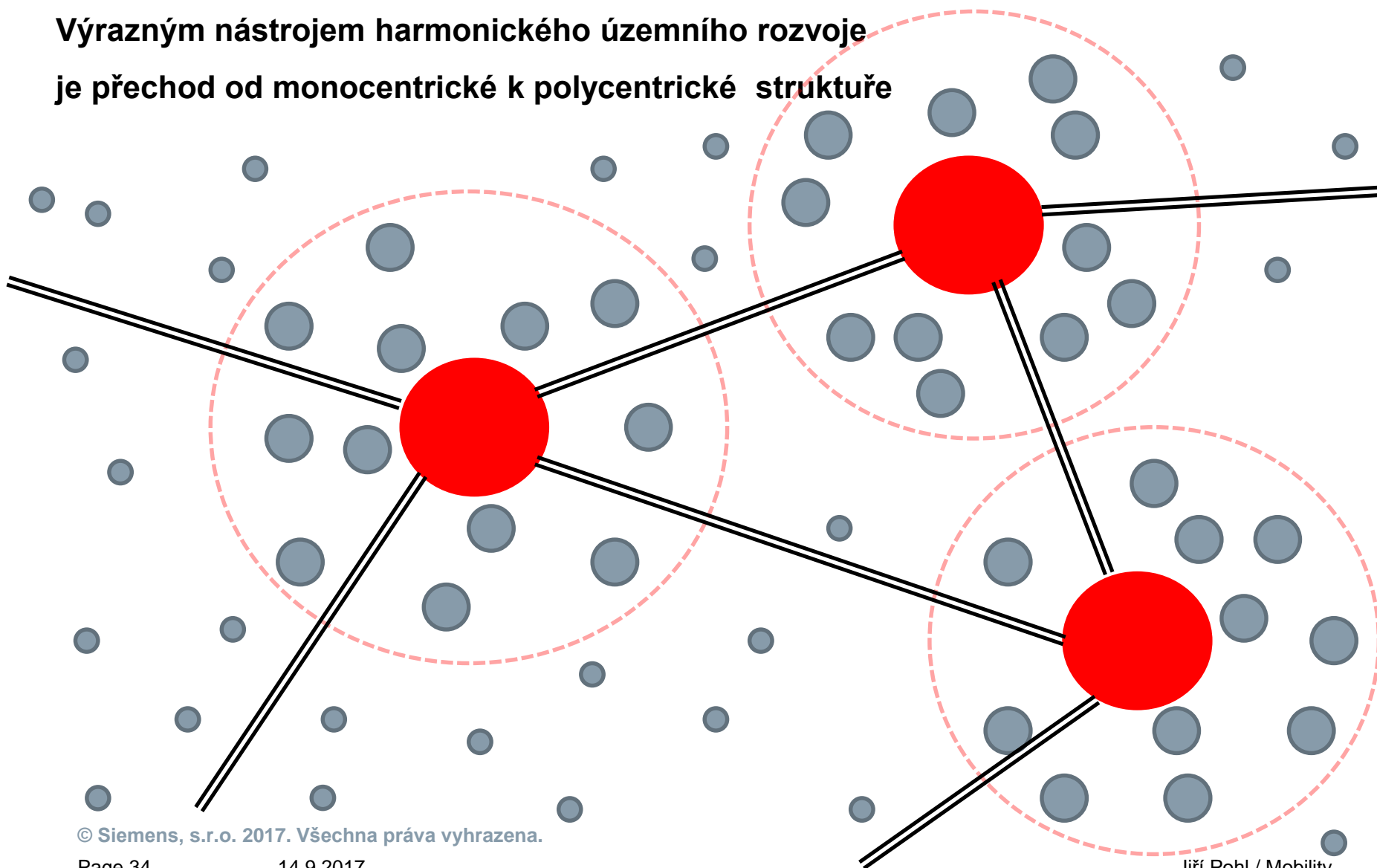


Polycentrická struktura osídlení

Cíl: zapojit celé území do systému tvorby a spotřeby hodnot

Výrazným nástrojem harmonického územního rozvoje

je přechod od monocentrické k polycentrické struktuře



Tři základní podmínky:

Funkčnost a velikost města jsou podmíněny existencí kvalitní (dostupné, rychlé, pohodlné, ...) městské dopravy,

Vznik, funkčnost a velikost příměstského regionu jsou podmíněny existencí kvalitní (dostupné, rychlé, pohodlné, ...) regionální dopravy,

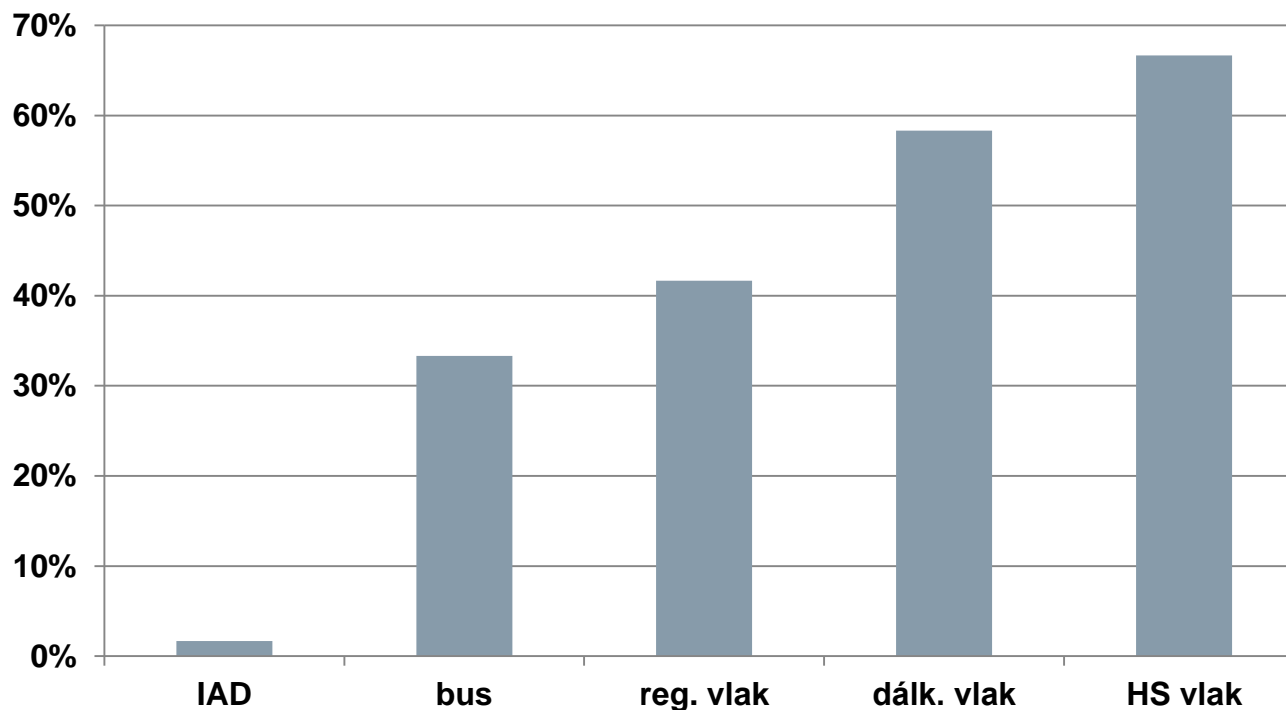
Vznik, funkčnost a rozlehlost polycentrické struktury jsou podmíněny existencí kvalitní (dostupné, rychlé, pohodlné, ...) meziměstské dopravy.

Je rozumné vnímat sedm souvislostí, 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.**

Průměrný osobní automobil má v ČR denní běh jen 29 km. Denně je využíván pouze 25 minut, to je 1,7 % celkového času. Celých 23 hodin a 35 minut parkuje. Investice do vozidel veřejné dopravy jsou mnohonásobně efektivněji využity, než investice do automobilů.

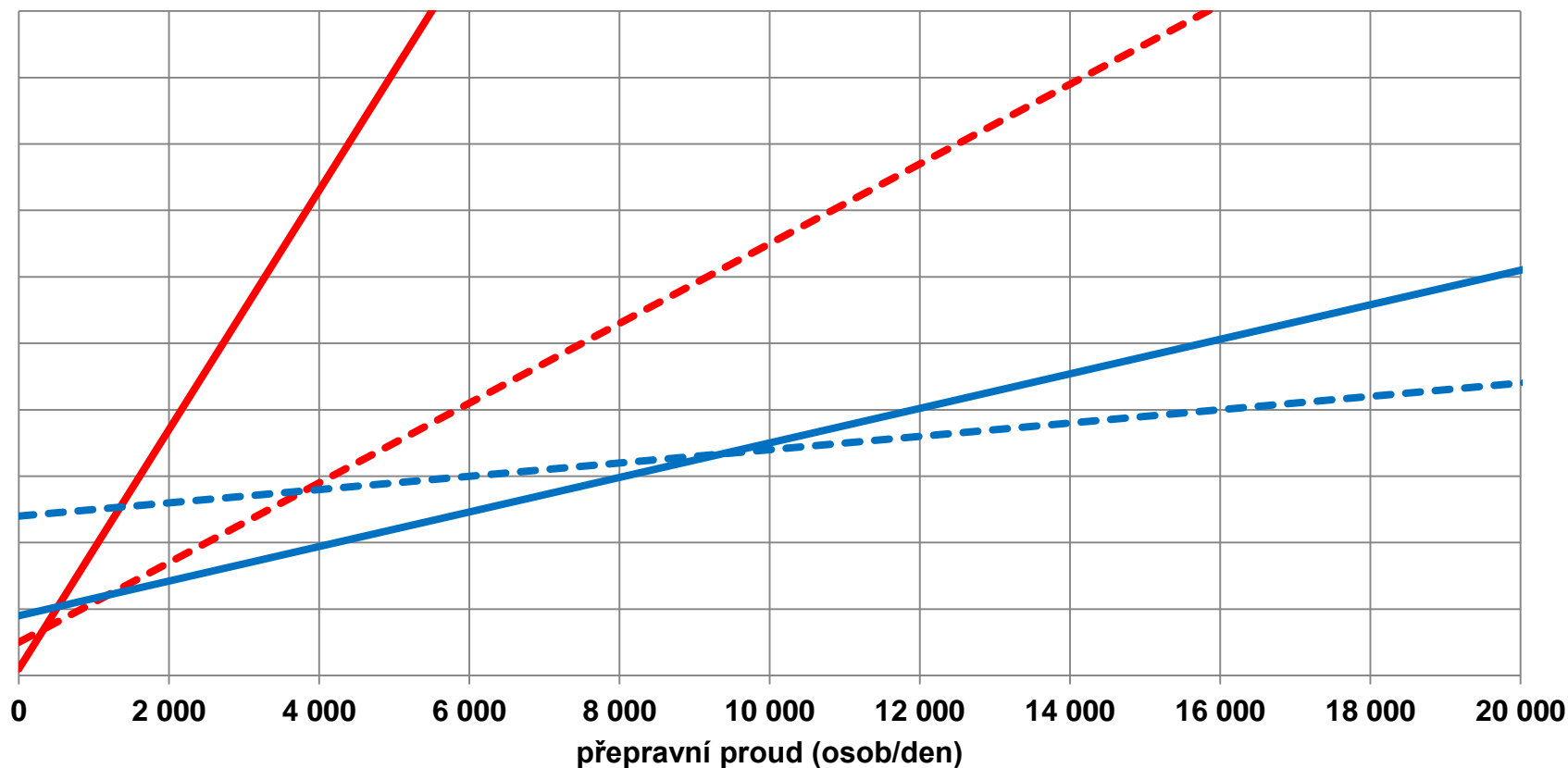
denní využití investic do dopravních prostředků



Základní princip multimodální mobility: optimální poměr fixních (investičních) a variabilních (provozních) nákladů

celkové náklady na dopravu (směrné hodnoty)

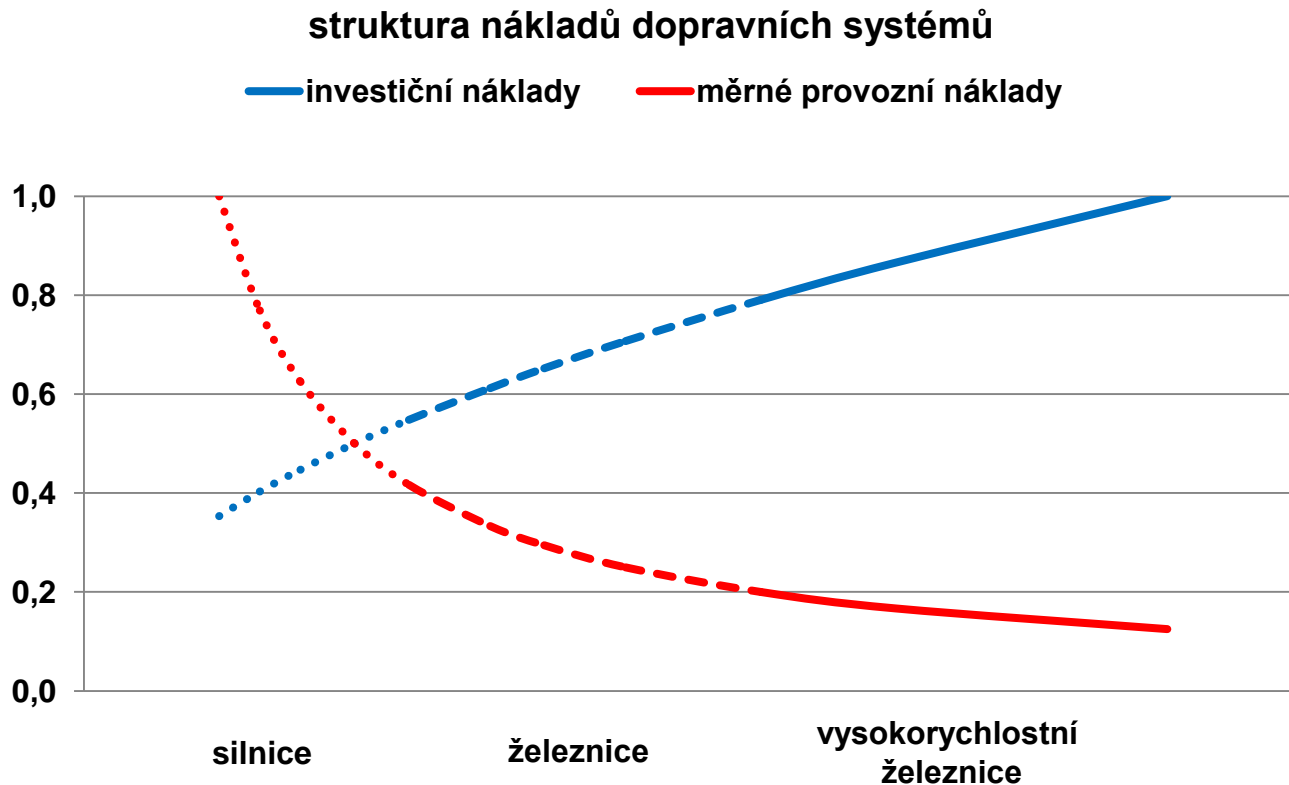
— IAD - - bus — CR železnice - - HS železnice



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).

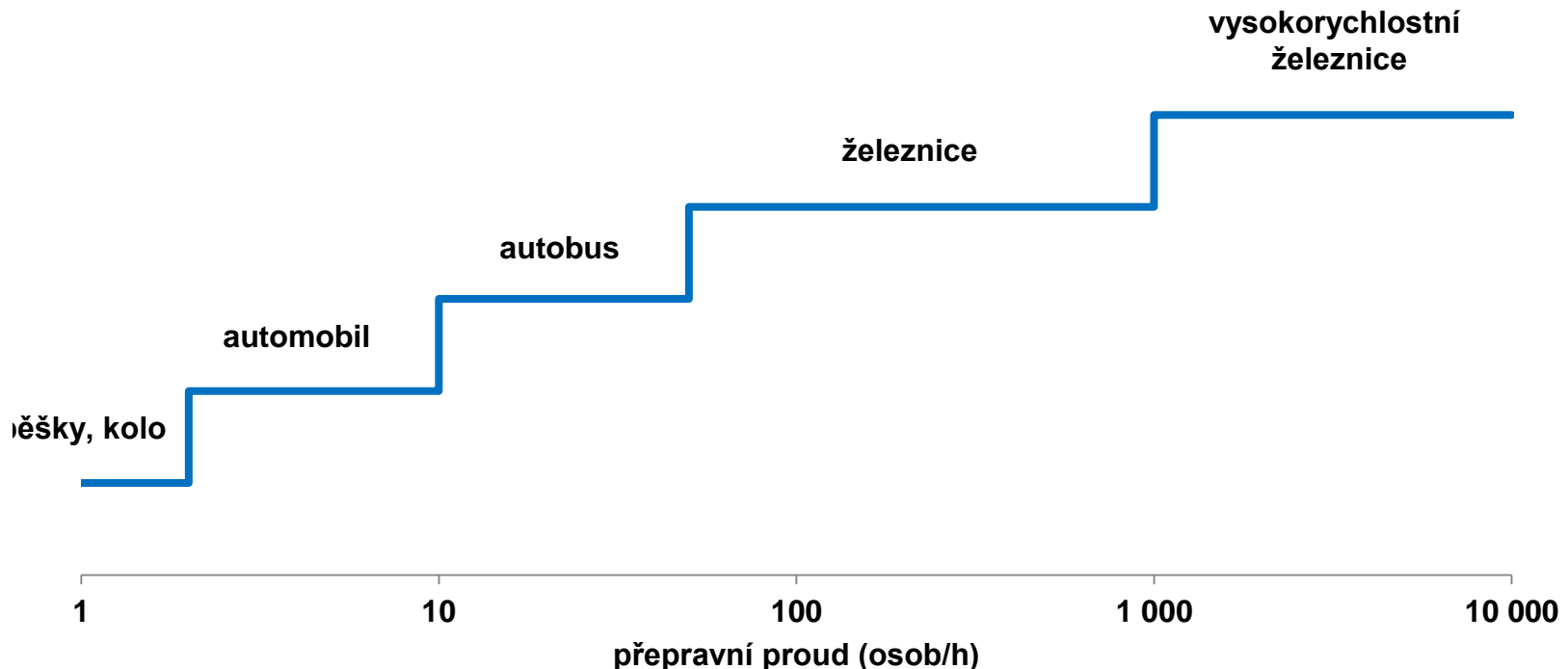


Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Poloprázdný autobus či vlak je vhodné nahradit automobilem.

Dálnici plnou automobilů má logiku nahradit vysokorychlostní železnicí

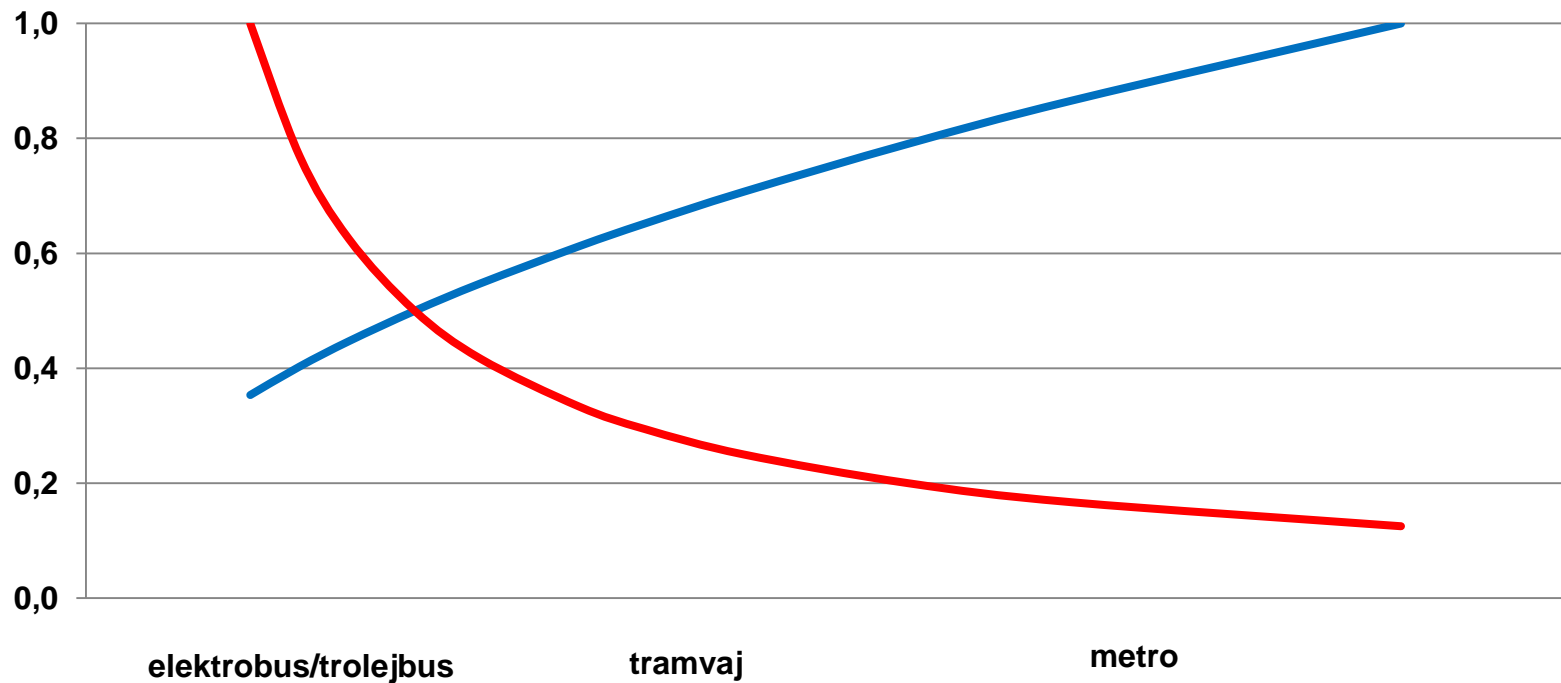
volba optimálního dopravního systému



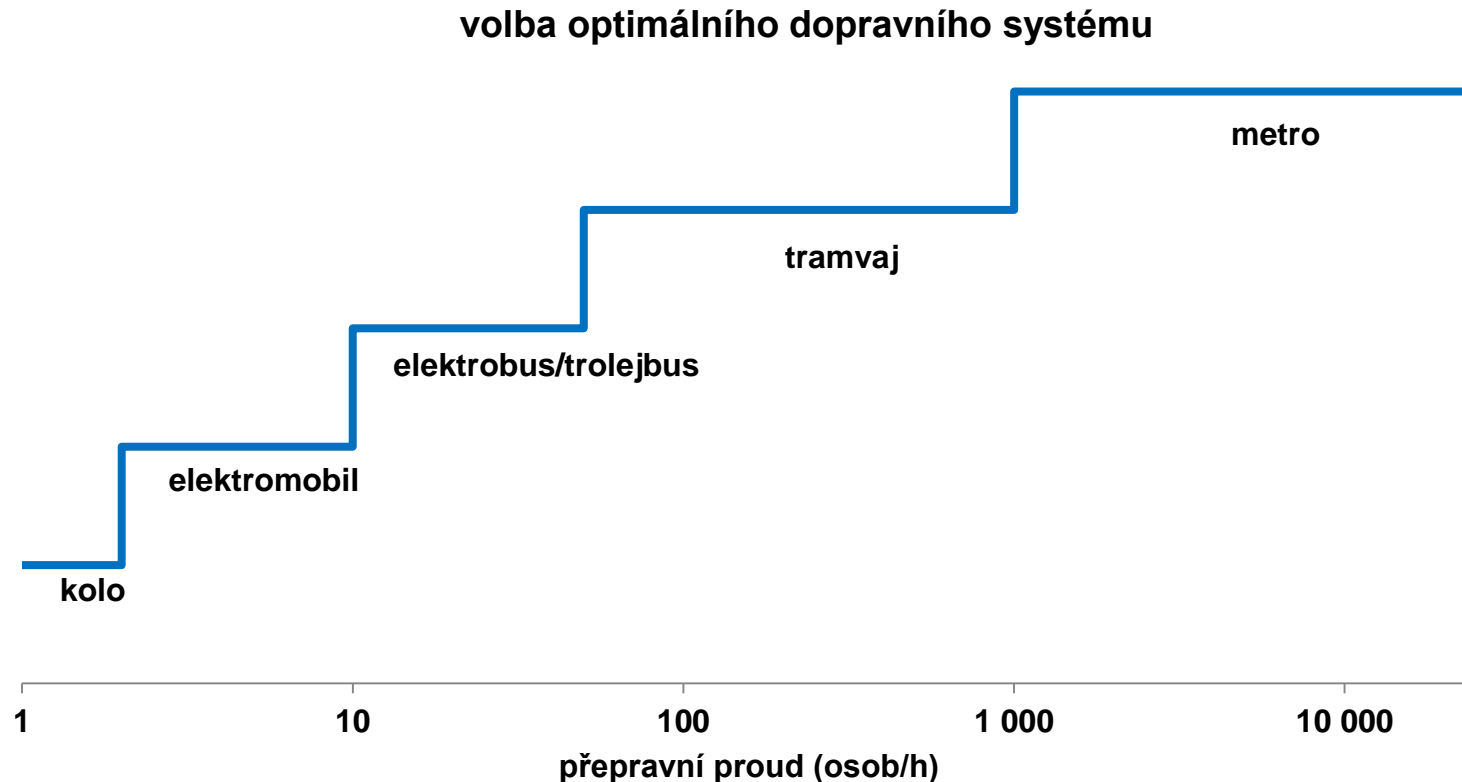
Podřízení volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky - MHD

struktura nákladů dopravních systémů

— investiční náklady — měrné provozní náklady



Multimodální městská elektromobilita: Podřízené volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky



Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

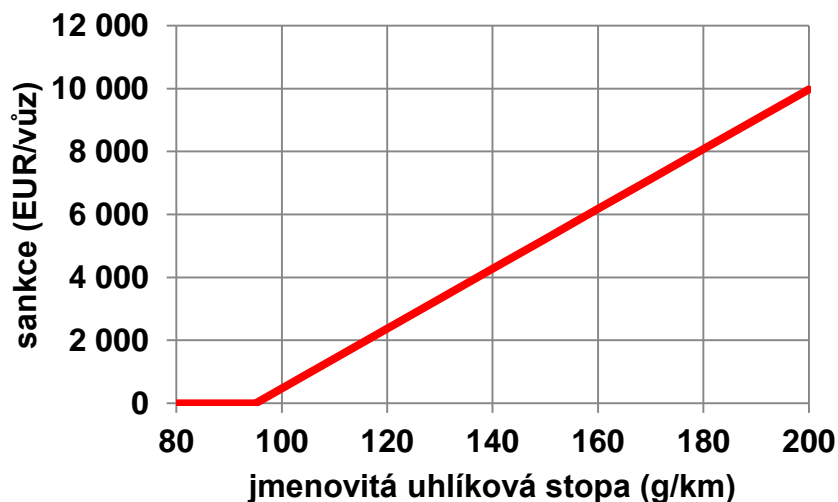
SIEMENS

Ingenuity for life

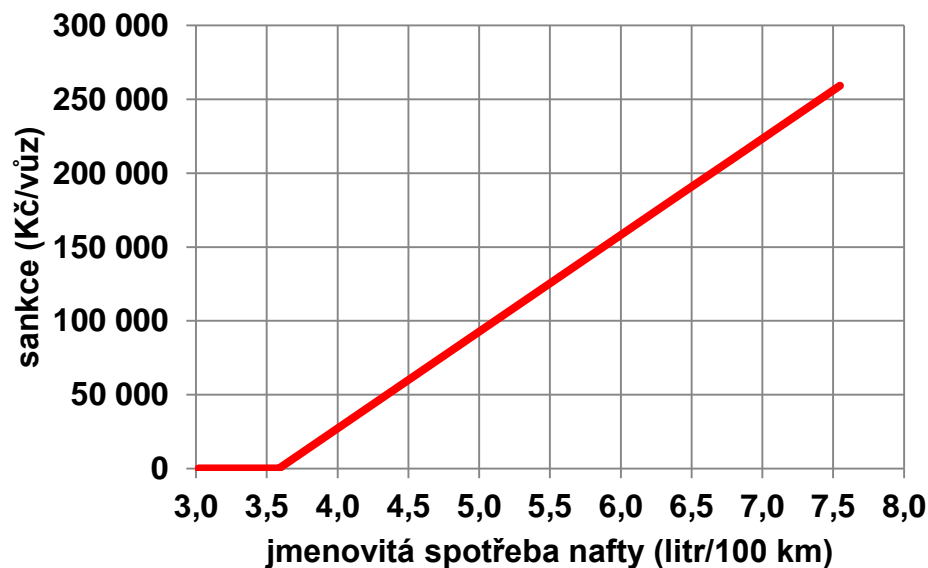
V rámci ochrany klimatu je požadováno, aby nové osobní automobily od roku 2020 plnily limit uhlíkové stopy 95 g CO₂/km, což odpovídá spotřebě nafty 3,6 litr/100 km

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 automobilky tak intenzivně pracují na vývoji elektromobilů.

Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

Za současného stavu techniky již je zbytečné vybavovat vozidla spalovacími motory:

- **2/3 energie paliv měnit okamžitě v nevyužité ztrátové teplo,**
- **způsobovat produkcí CO₂ nevrtané klimatické změny,**
- **poškozovat zdraví obyvatelstva jedovatými zplodinami hoření.**

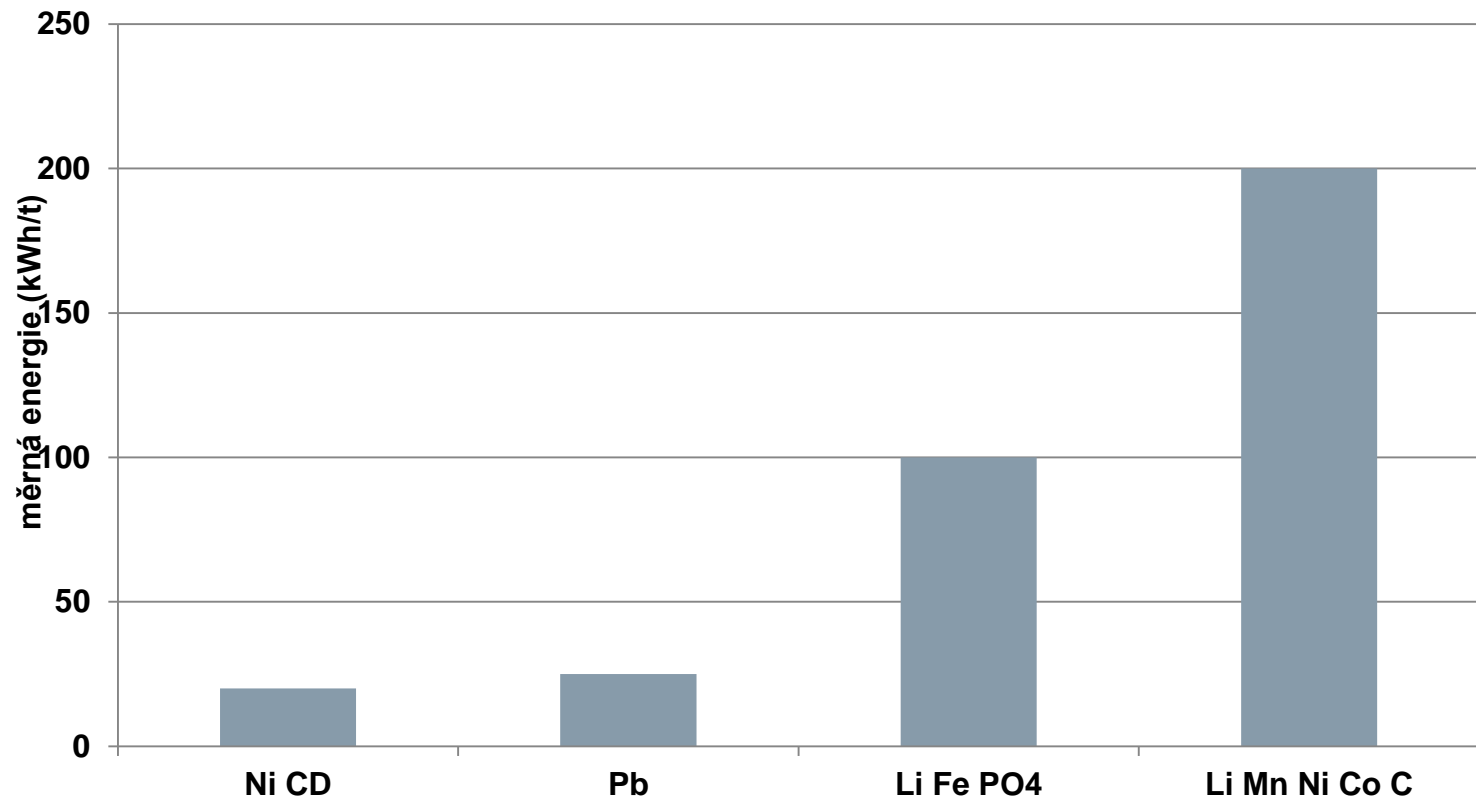
Pro elektrické automobily již jsou na trhu volně k dispozici:

- **moderní rychloběžné trakční motory,**
- **moderní měničová technika,**
- **moderní lithiové akumulátory.**

Již v roce 2016 přesáhl rozsah výroby akumulátorů pro automobily rozsah výroby akumulátorů pro osobní elektroniku (mobilní telefony, notebooky, ...) .

Od 20. k 21. století: Lithiové akumulátory mají osminásobně větší měrnou energii, než olověné

Vývoj elektrochemických akumulátorů



Elektromobily

V ČR je používán automobil především na krátké cesty:

- průměrná přepravní vzdálenost: 32 km,**
- průměrný denní proběh: 29 km (tedy méně, než jedna jízda denně),**
- průměrné denní využití: 25 min (tedy 23 hodin a 35 minut lze využít k nabíjení),**
- cca 95 % jízd je na vzdálenost do 120 km.**

Těmto požadavkům současné elektromobily plně vyhoví.

Pro průměrný denní proběh 30 km je potřebné doplnit energii 6 kWh, což umožní i běžná zásuvka 230 V / 16 A za dvě hodiny v průběhu nočního spánku uživatele automobilu.

Stačí vybavit všechna místa, kde automobily běžně parkují (zejména po delší dobu), tedy u obytných budov, v zaměstnání, na veřejných prostranstvích obyčejnými nabíjecími zásuvkami nízkého výkonu.

Elektromobily

Nejen z důvodu snahy zastavit klimatické změny, ale zejména z důvodu úsilí o snižování místních zdravotí škodlivých exhalací nastane zhruba od roku 2020 velmi intenzivní nástup elektromobilů.

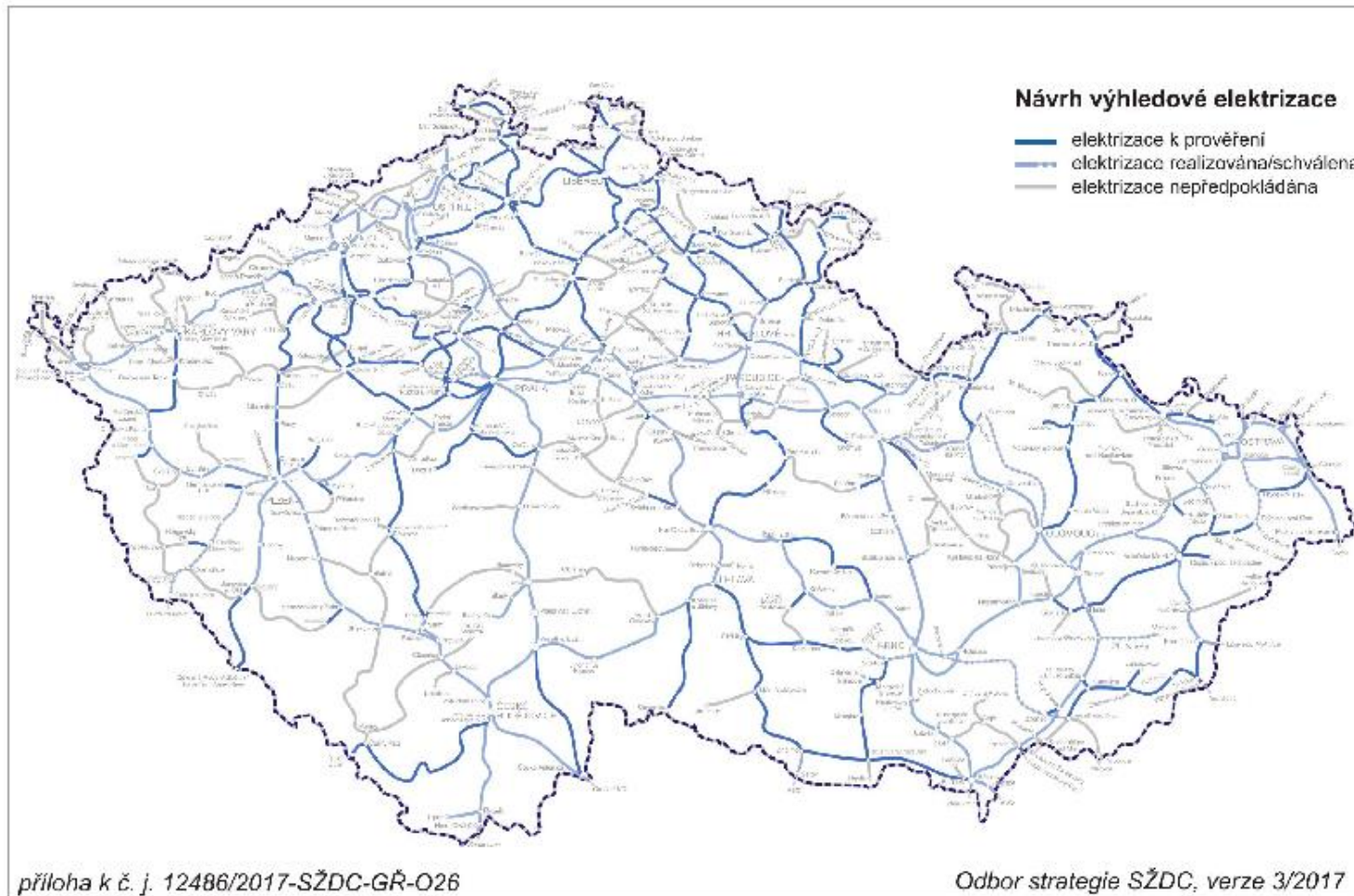
Bude po nich poptávka je k dispozici technické řešení.

Prozíravé automobilky již ohlásili ukončení vývoje konvenčních automobilů a budou se naplno věnovat bezemisním vozidlům.

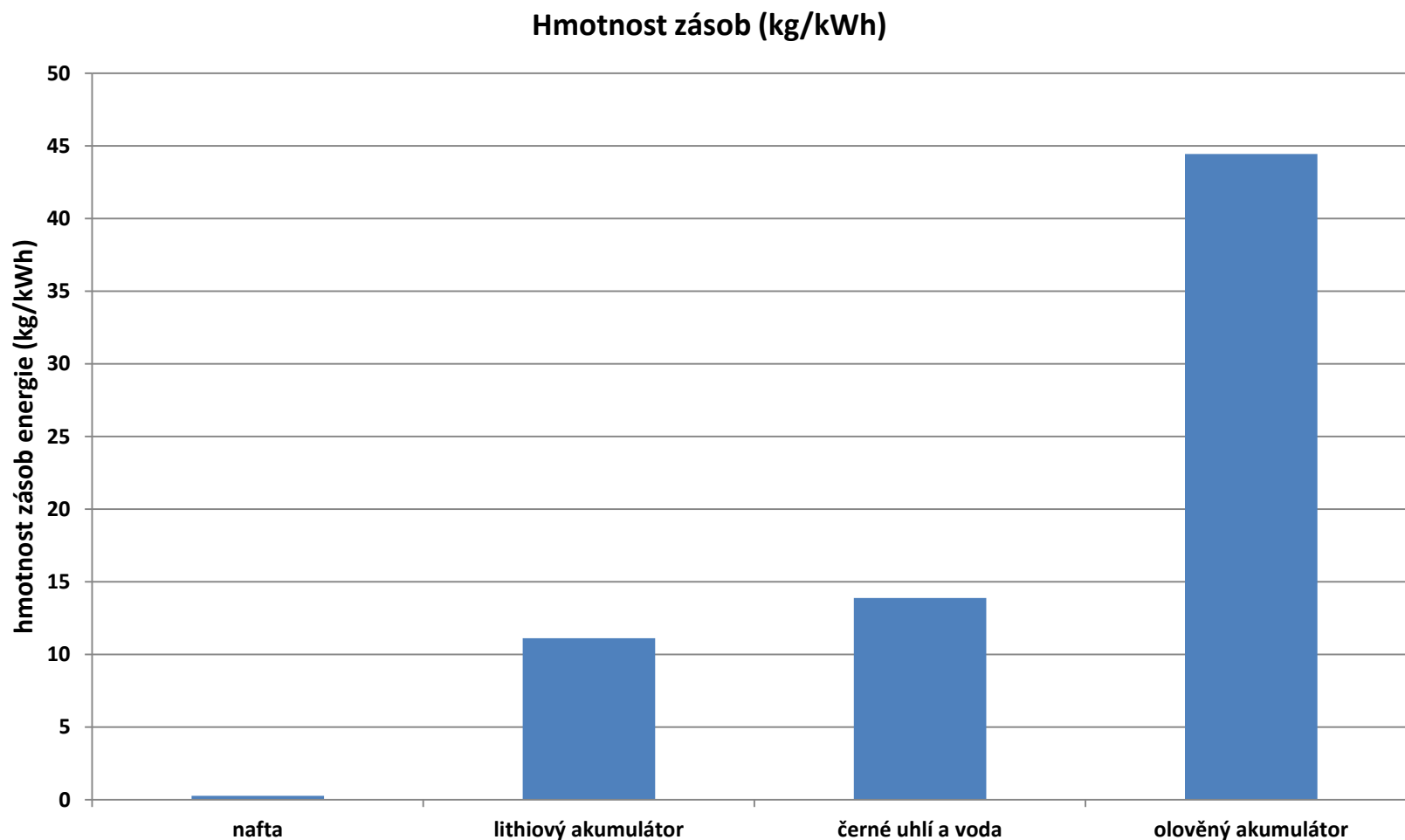
Podobná situace je ve veřejné hromadné dopravě – elektrická železnice (liniově elektrizovaná i s akumulátory), metro, tramvaje, trolejbusy a různé varianty elektrických autobusů (s využitím bodového i liniového elektrického napájení) jsou připraveny nahradit konvenční autobusy se spalovacími motory.

Cíl bezemisní veřejné hromadné dopravy v roce 2030 je reálně splnitelný.

Výhodou železnice je již zavedené liniové elektrické napájení. Plán SŽDC: dokončení elektrizace železnic



Lithiové akumulátory již jsou lehčí, než zásoby uhlí a vody pro parní stroj



Nové pojetí kombinovaných vozidel trolej / akumulátor: IPEMU

IPEMU (Independently - Powered Electric Multiple Unit)

- a) na hlavních elektrizovaných tratích využívají trakční vedení nejen k pohonu, ale i k nabíjení akumulátoru,
- b) na odbočných vedlejších tratích nepotřebují trakční vedení – čerpají energii z akumulátoru.

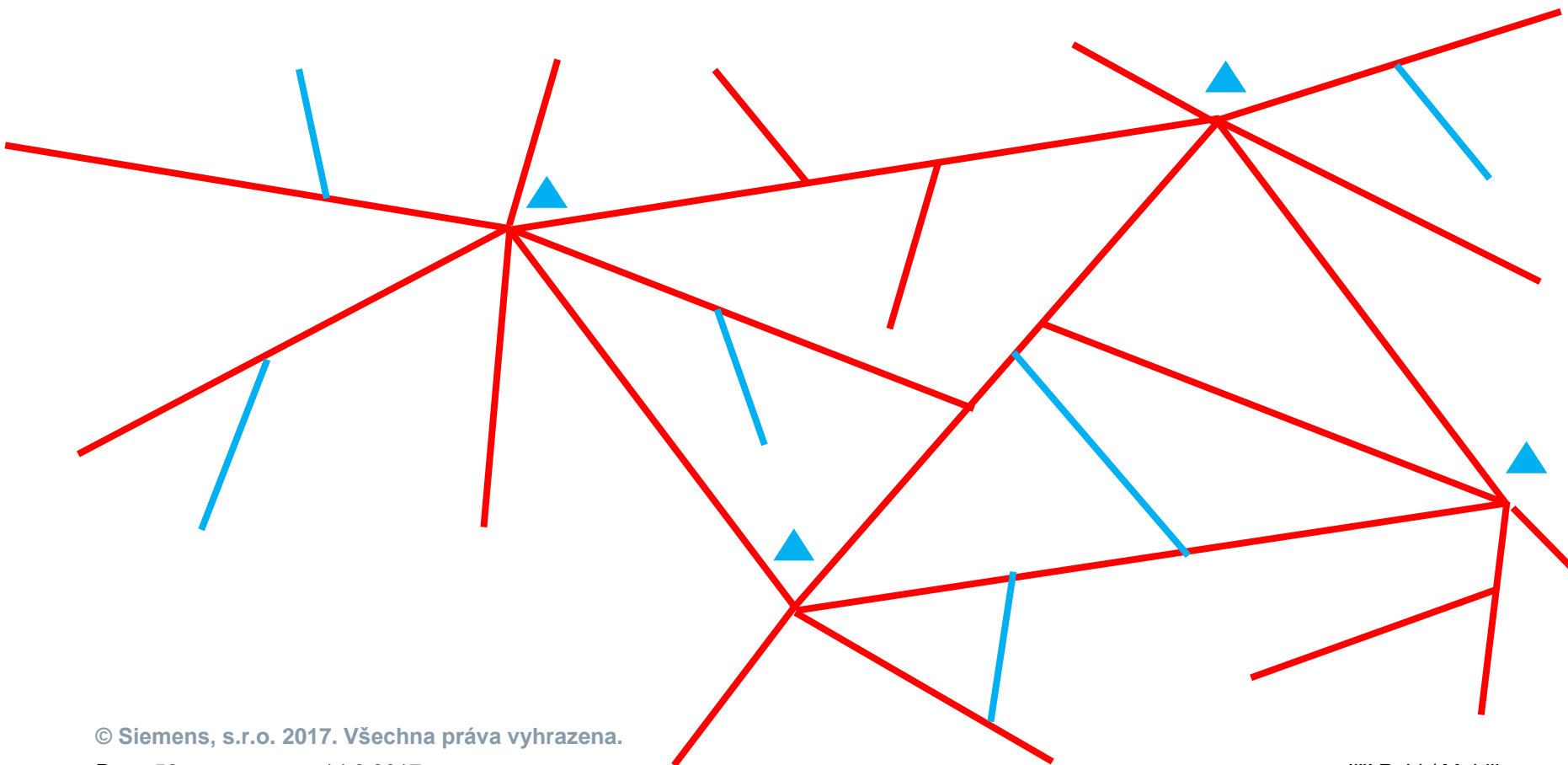
Přednosti:

- atraktivní rychlá a pohodlná bezpřestupová doprava z centra regionu do odlehlých oblastí,
- tichý a čistý bezemisní provoz i na tratích bez trakčního vedení,
- nabíjení za jízdy po elektrizovaných tratích či při pobytu v elektrizovaných stanicích (bez ztráty času a bez potřeby budovat nabíjecí zařízení).



Aplikace akumulátorů na železnici: Návaznost elektrizovaných a neelektrizovaných tratí

Trakční vedení elektrizovaných tratí tvoří energetickou síť využívanou i k nabíjení akumulátorů vozidel používaných na neelektrizovaných tratích



**Společenská poptávka:
Bezodkladné vybudování vysokorychlostního
železničního systému v ČR**

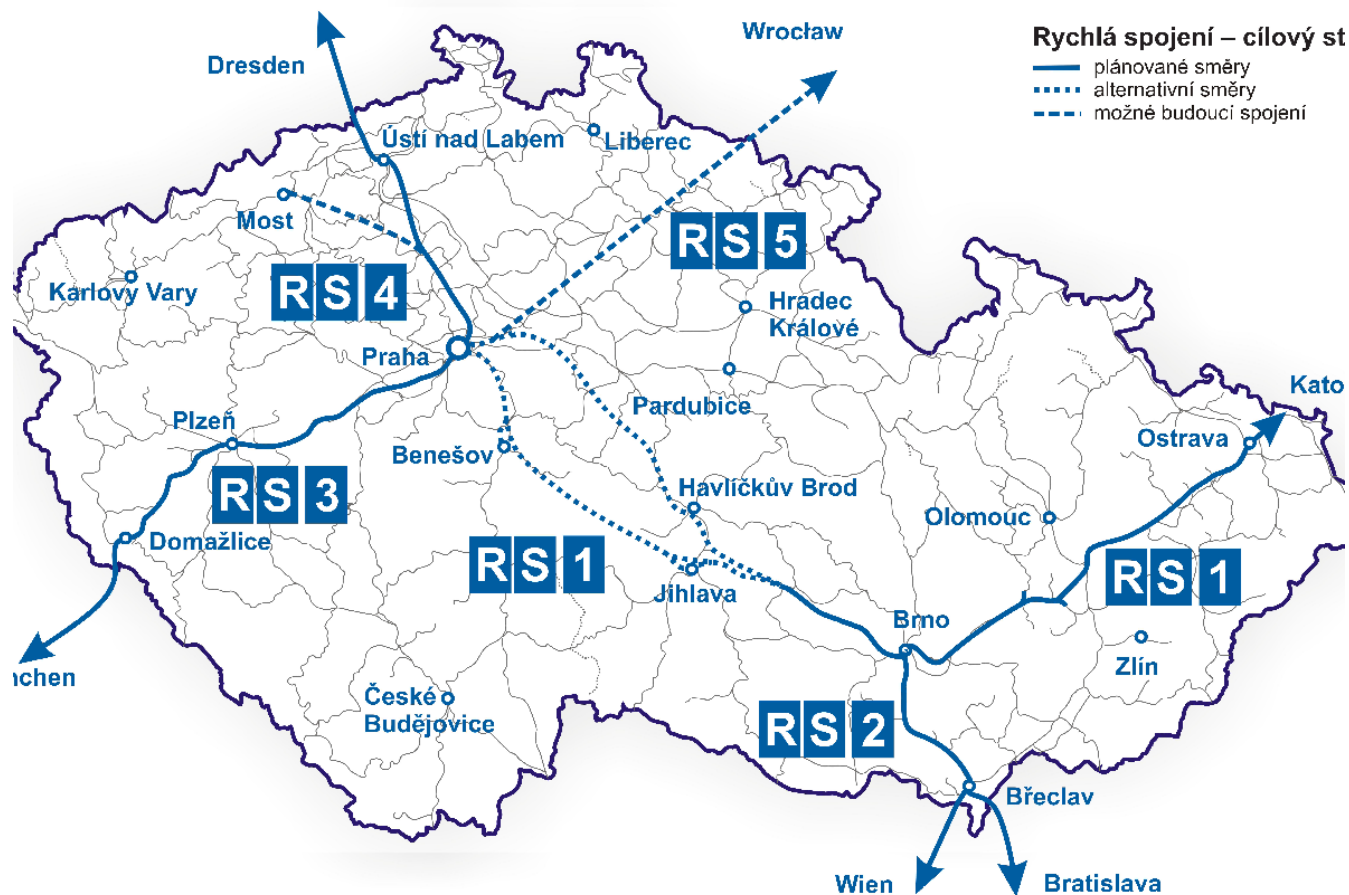


**Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR
Usnesení č. 1583 ze dne 2.3. 2017**

**Vláda ČR
Usnesení č. 389 ze dne 22.5.2017**

**Evropské společenství
Nařízení Evropského Parlamentu a rady č. 1315/2013**

Nástroj ke zvýšení výkonnosti a kvality železnic: vysokorychlostní železniční systém





SIEMENS
Ingenuity for life

V roce 2030 je reálné cestovat vysokorychlostním vlakem z terminálu Praha P+CH+R východ do terminálu Brno P+CH+R západ za 40 až 45 min, respektive za 50 až 55 minut mezi centry Prahy a Brna.

Je rozumné propojit krajská města v ČR vysokorychlostní železnicí.

Od konkurenceschopnosti ke kooperativnosti

Není čas na hrdinství, svět nečeká na exhibicionismus jednotlivců.

Umění není druhého porazit, umění je spolupracovat.

Budoucnost dopravy není v soupeření dopravních módů, ale o jejich racionální koordinaci.

Optimální je pro každý dopravní mód taková aplikace, ve které vyniknou jeho přednosti a neprojeví se jeho slabé stránky.

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