

# Multimodální udržitelná mobilita

Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.

Univerzita Pardubice, DF JP, Mladějov 30. 10. 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 CO<sub>2</sub> z podzemí na oblohu, do zemského obalu.

Spálením jednoho litru nafty vzniká 2,65 kg CO<sub>2</sub>.

Na jednoho občana ČR připadá roční produkce cca 12 t CO<sub>2</sub>.

Oproti době předindustriální jsme v zemském obalu zvýšili množství CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> (pro oteplení o 1,5 ° C),
- b) 1 500 miliard tun CO<sub>2</sub> (pro oteplení o 2 ° C).

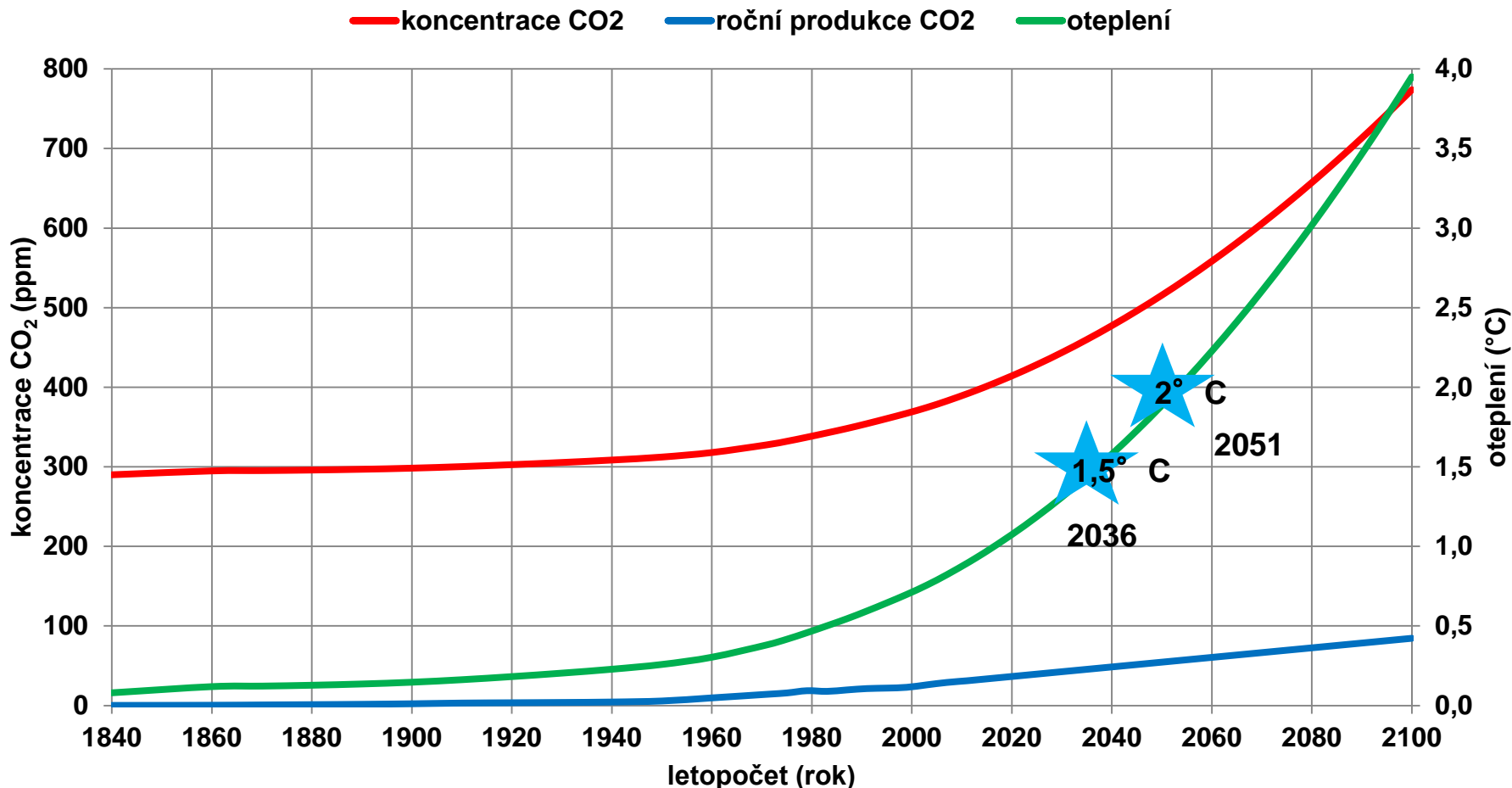
**Vláda ČR schválila ratifikaci Pařížského protokolu v srpnu 2016.**

**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 CO<sub>2</sub>/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 <sub>2</sub> k roku 1990	%	-20	-40
podíl obnovitelných zdrojů	%	20	27
zvýšení energetické účinnosti	%	20	30

## Podíl dopravy na spotřebě energie

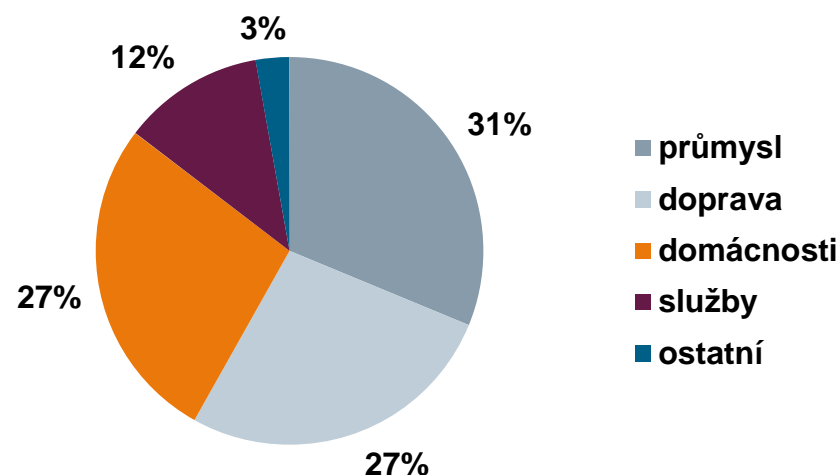
ČR patří k zemím s velmi vysokou spotřebou energie na obyvatele a s velmi vysokou produkcí oxidu uhličitého na obyvatele.

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



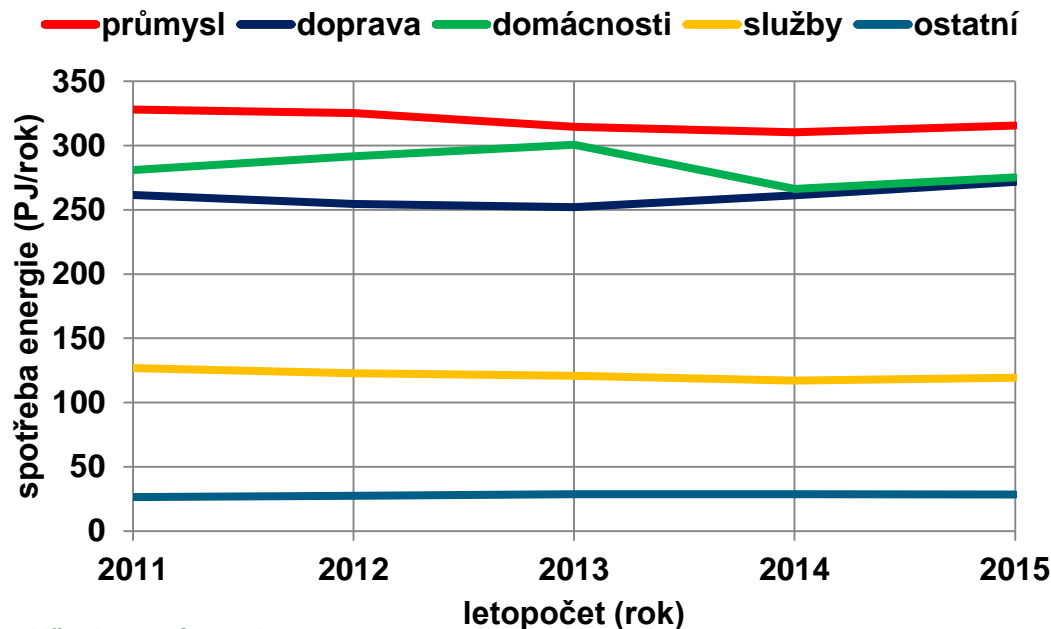
## Vývoj spotřeby energie

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



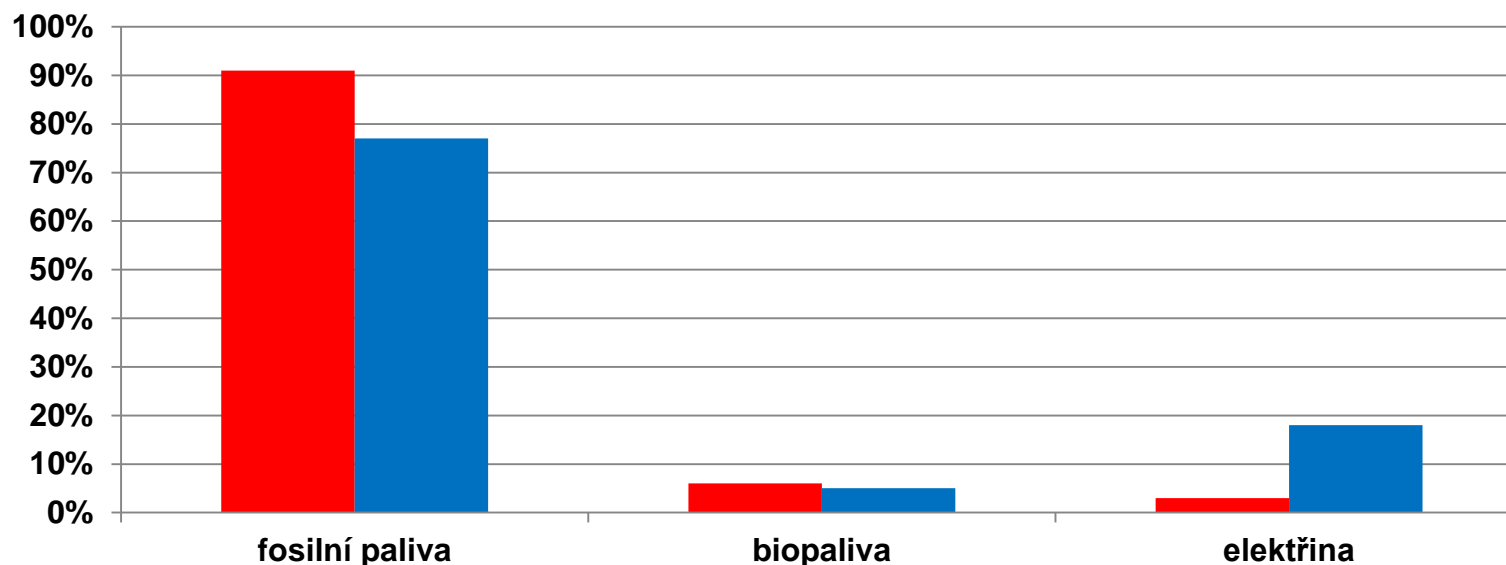
## Energie pro dopravu

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

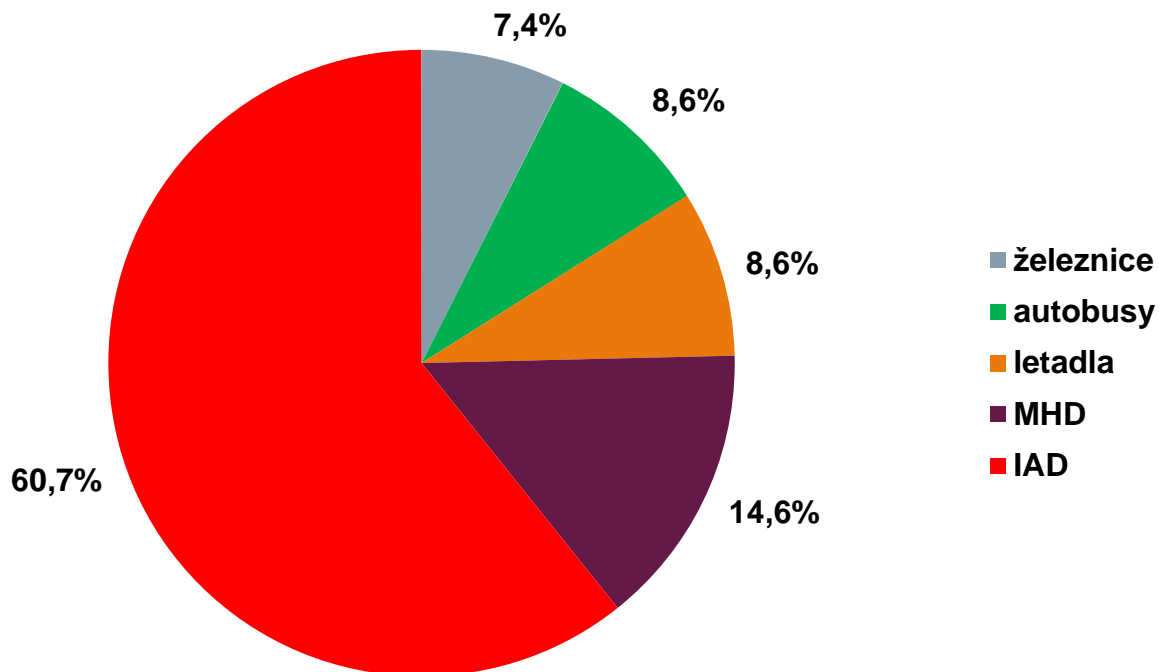




# Struktura mobility osob v ČR

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

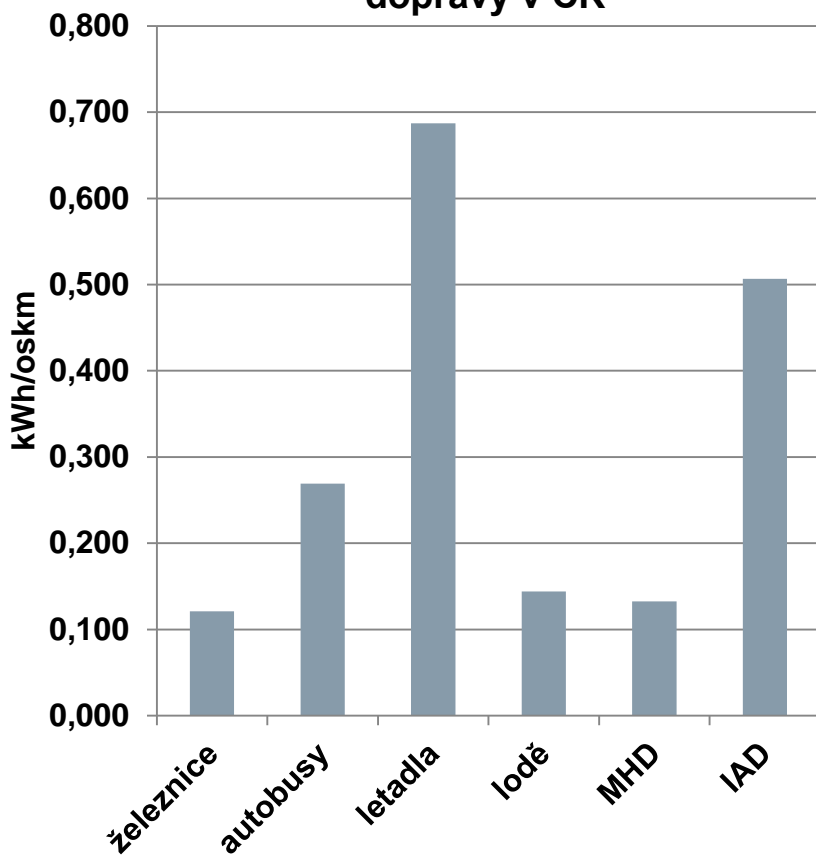
podíl na přepravních výkonech osobní dopravy (ČR, 2016)



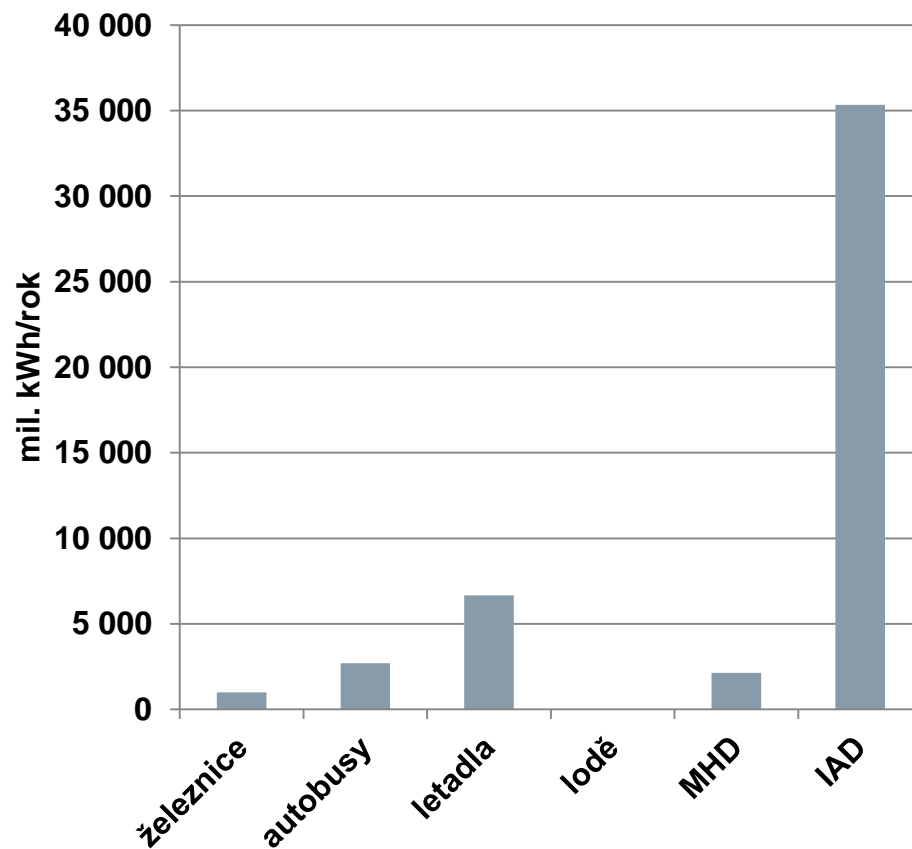
# Struktura spotřeby energie pro dopravu osob

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

měrná energetická náročnost osobní dopravy v ČR



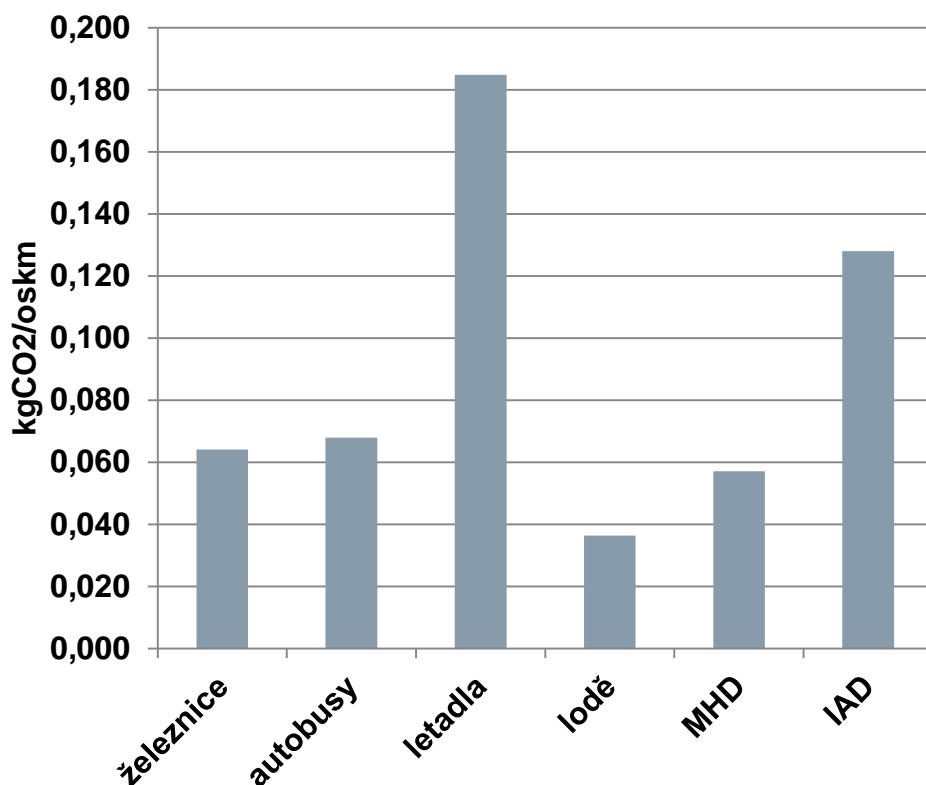
spotřeba energie osobní dopravy v ČR



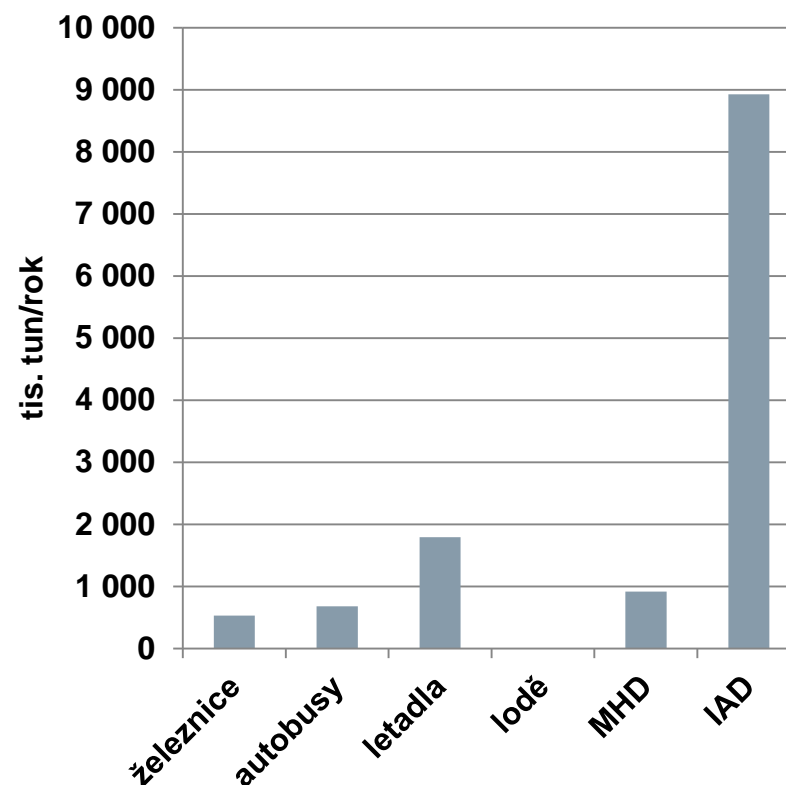
## Struktura produkce CO<sub>2</sub> dopravou osob

Dominantním producentem CO<sub>2</sub> v osobní dopravě jsou na fosilních palivech silně závislé automobily.

měrná produkce CO<sub>2</sub> osobní dopravy v ČR

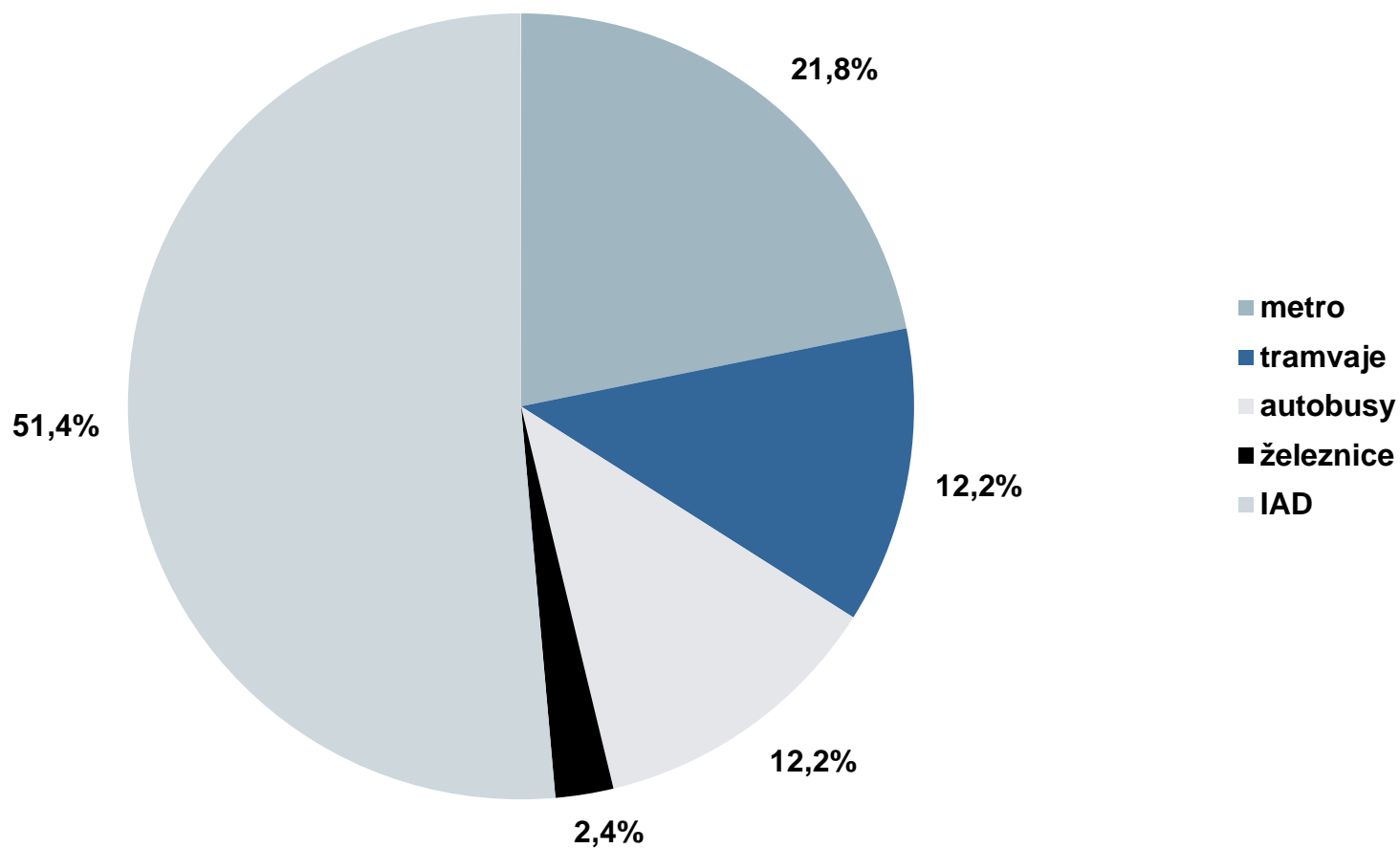


produkce CO<sub>2</sub> osobní dopravy v ČR



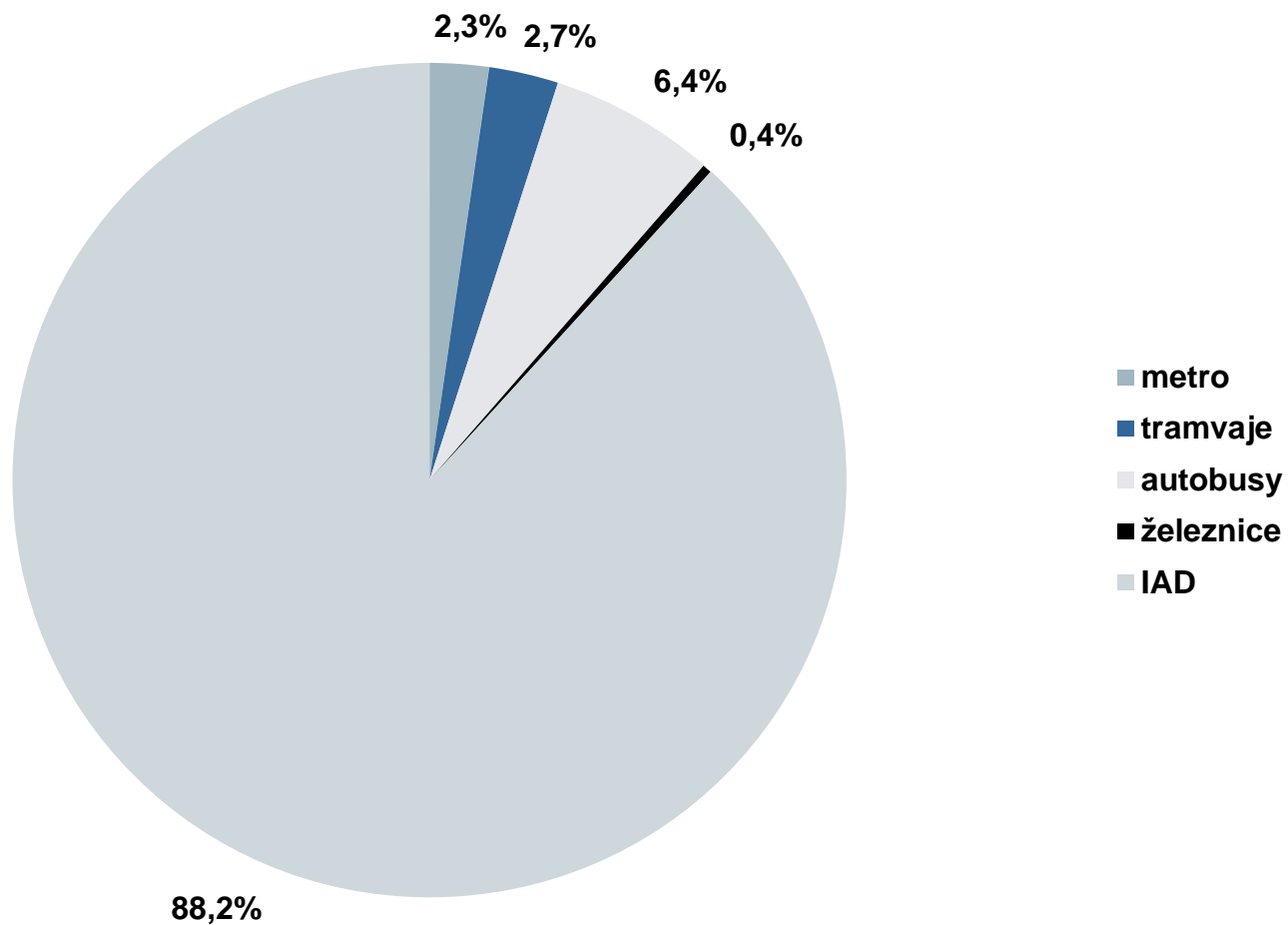
# Doprava osob v Praze

podíl na přepravních výkonech



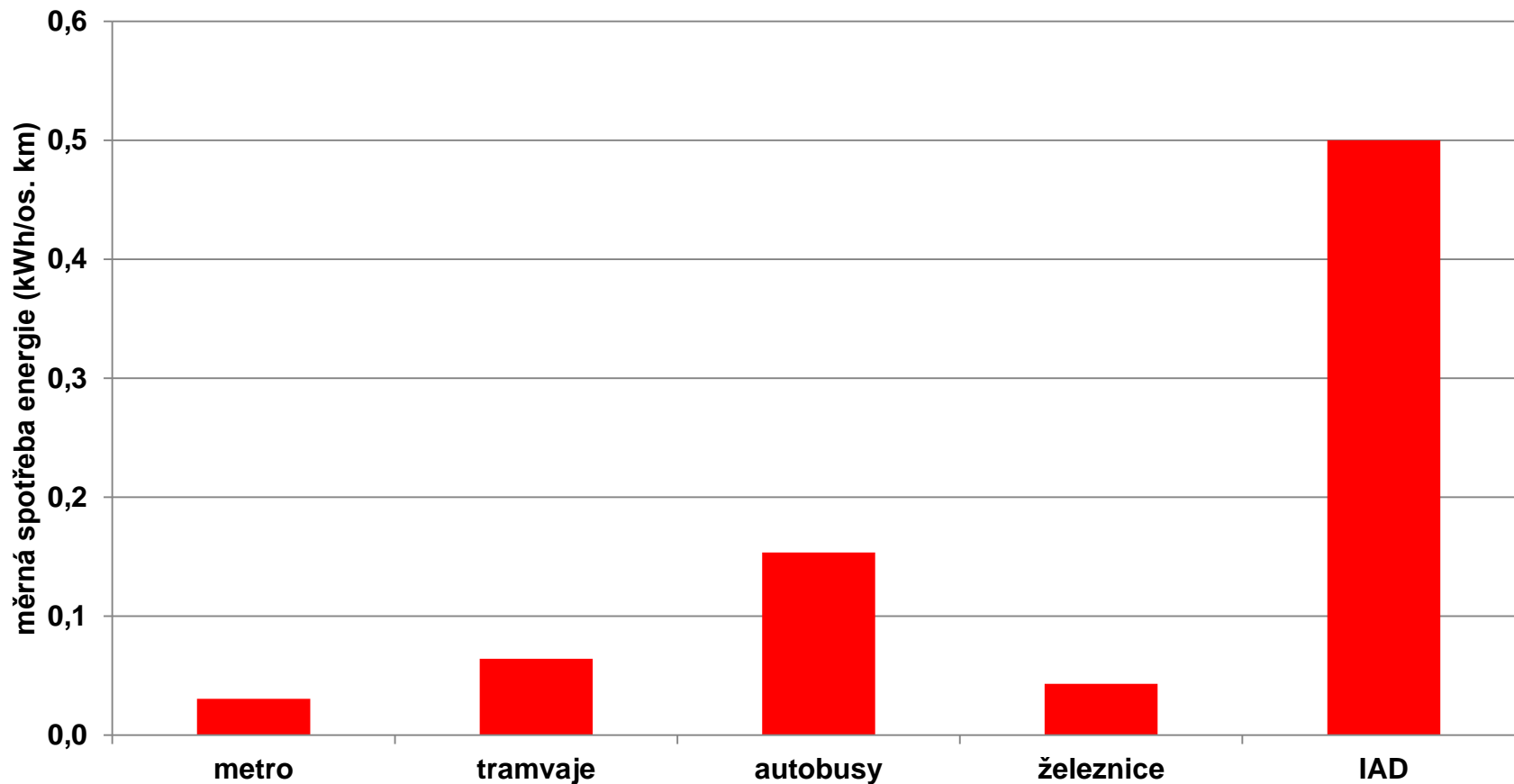
# Doprava osob v Praze

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>.

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



# Vysokorychlostní železnice

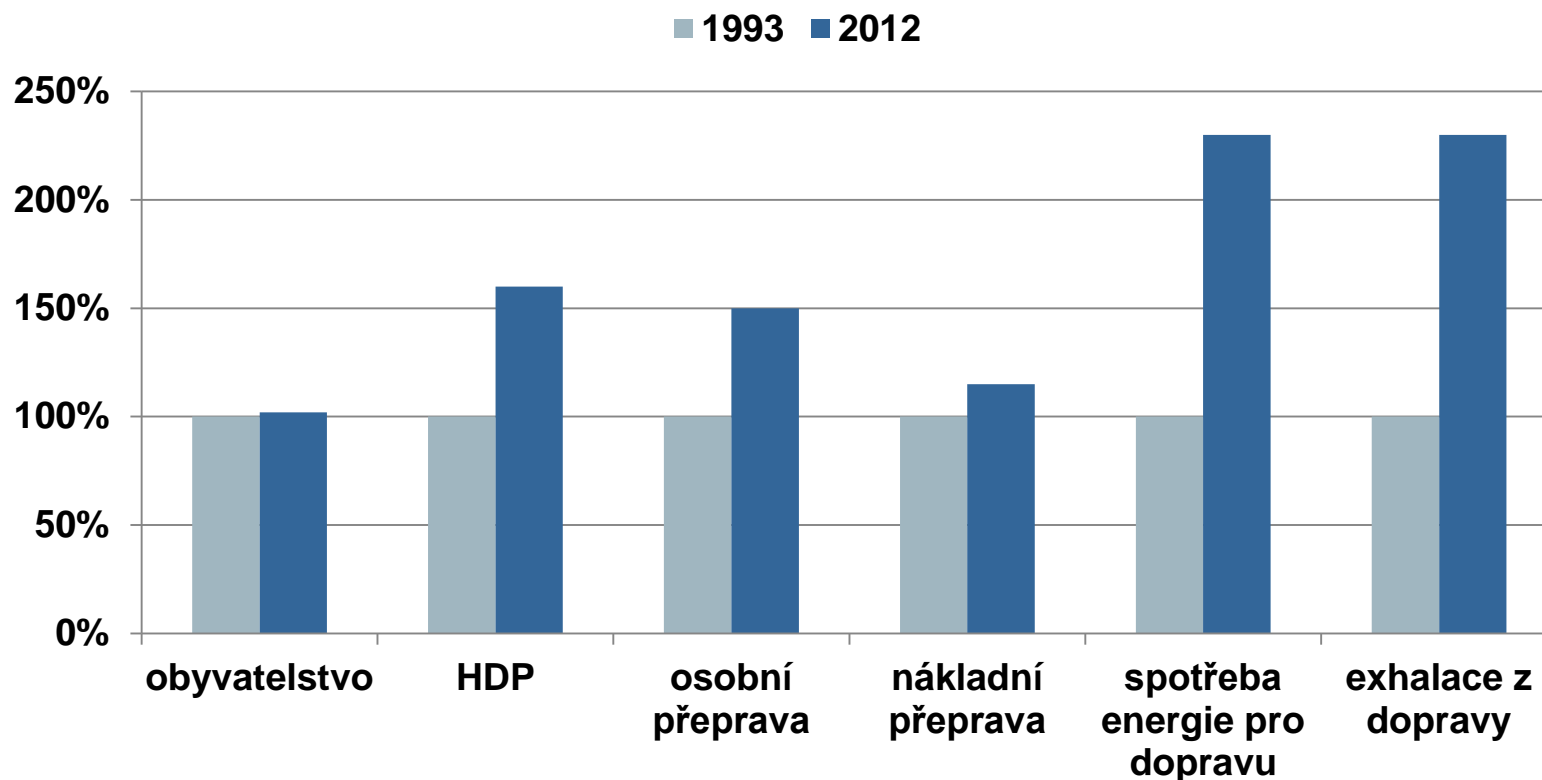
**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

- **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



## 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.**

Věstník dopravy MD ČR č.11/2013					
Externí náklady osobní dopravy (Kč/os km), úroveň roku 2017					
	automobilová	motocyklová	autobusová	železniční	letecká
nehody	1,81	12,55	0,16	0,04	0,03
hluk	0,29	0,85	0,06	0,20	0,18
znečištění ovzduší	0,87	0,40	0,98	0,25	0,08
změny klimatu	0,80	0,70	0,45	0,27	1,77
celkem	3,76	14,49	1,65	0,75	2,06

## **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<sub>x</sub>,
- 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.**

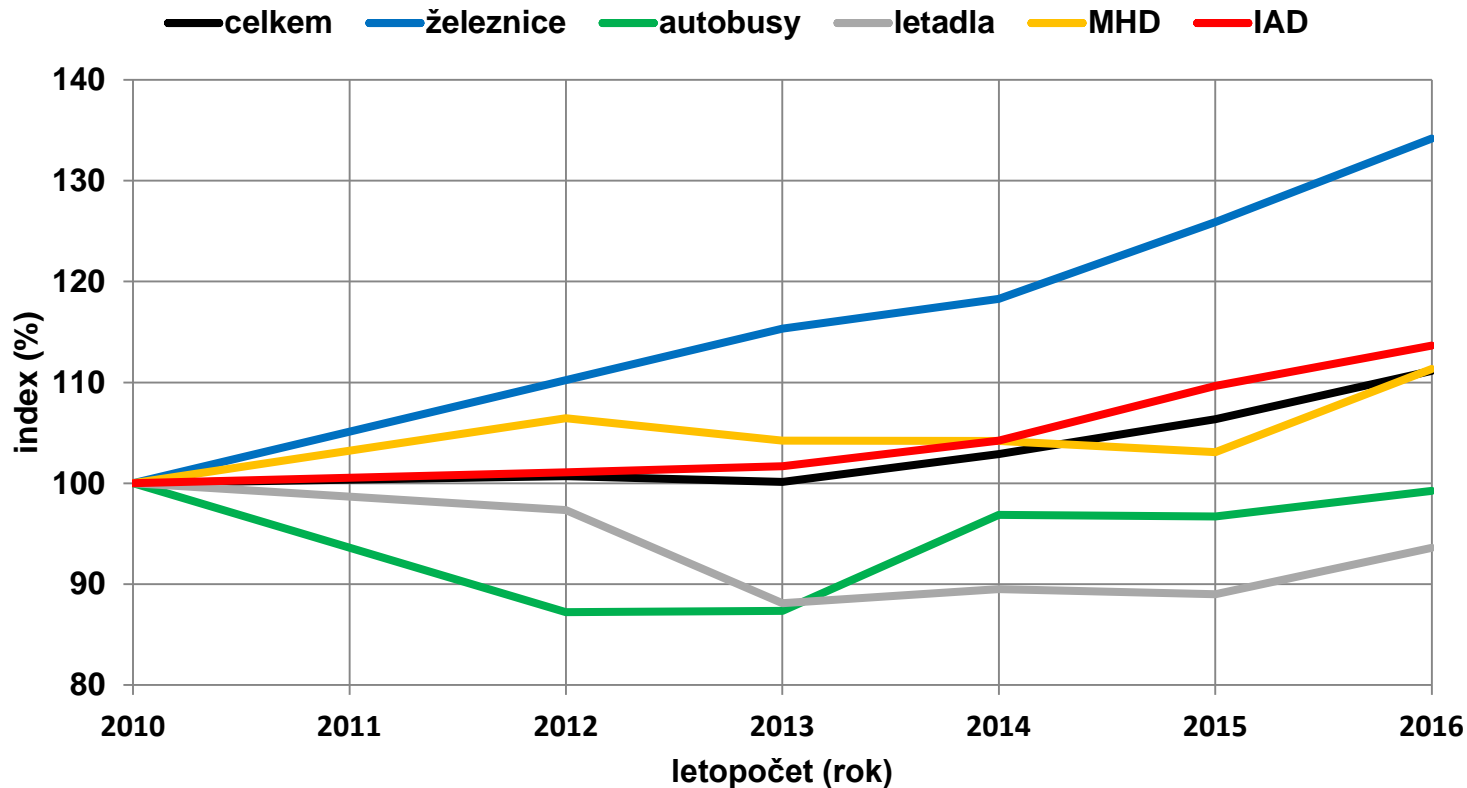
**Plus trend snižování hluku generovaného dopravou.**

# 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 %)



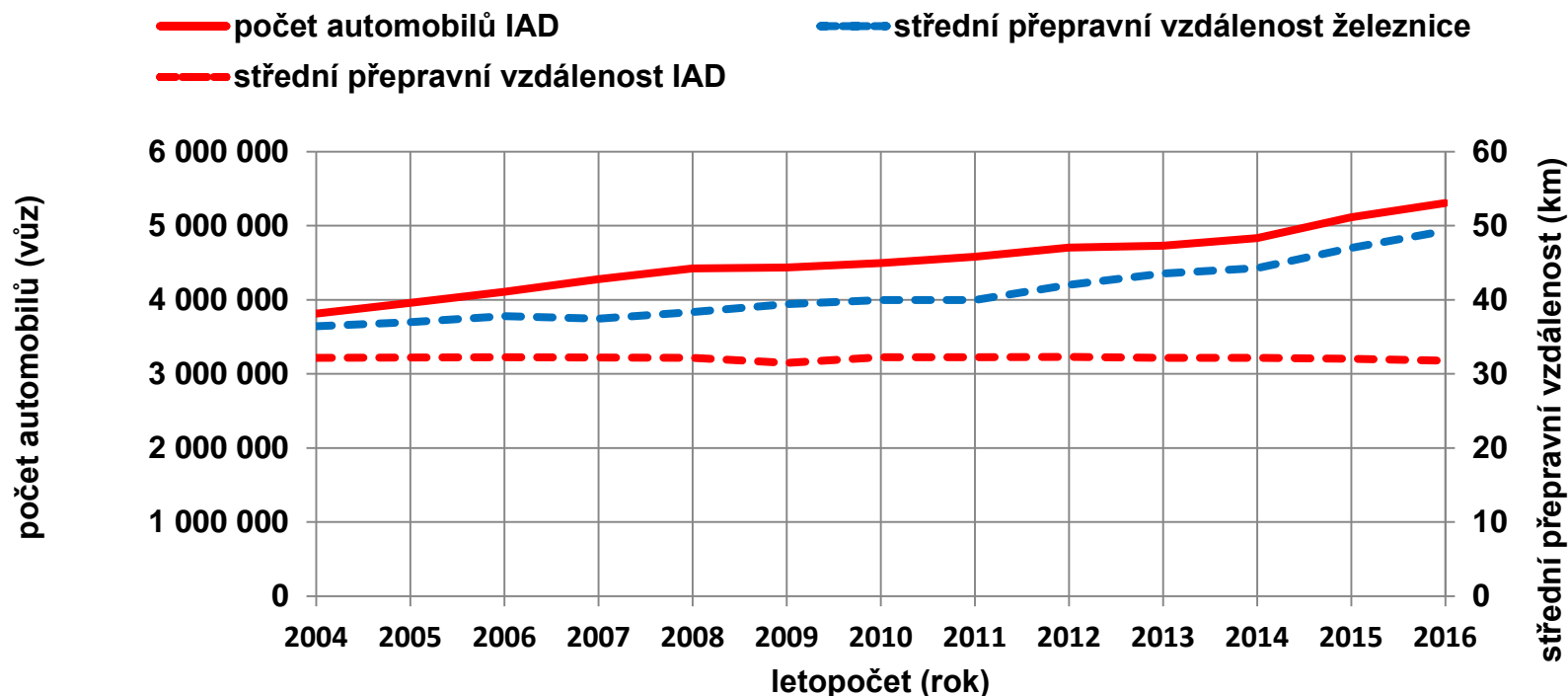
# Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

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

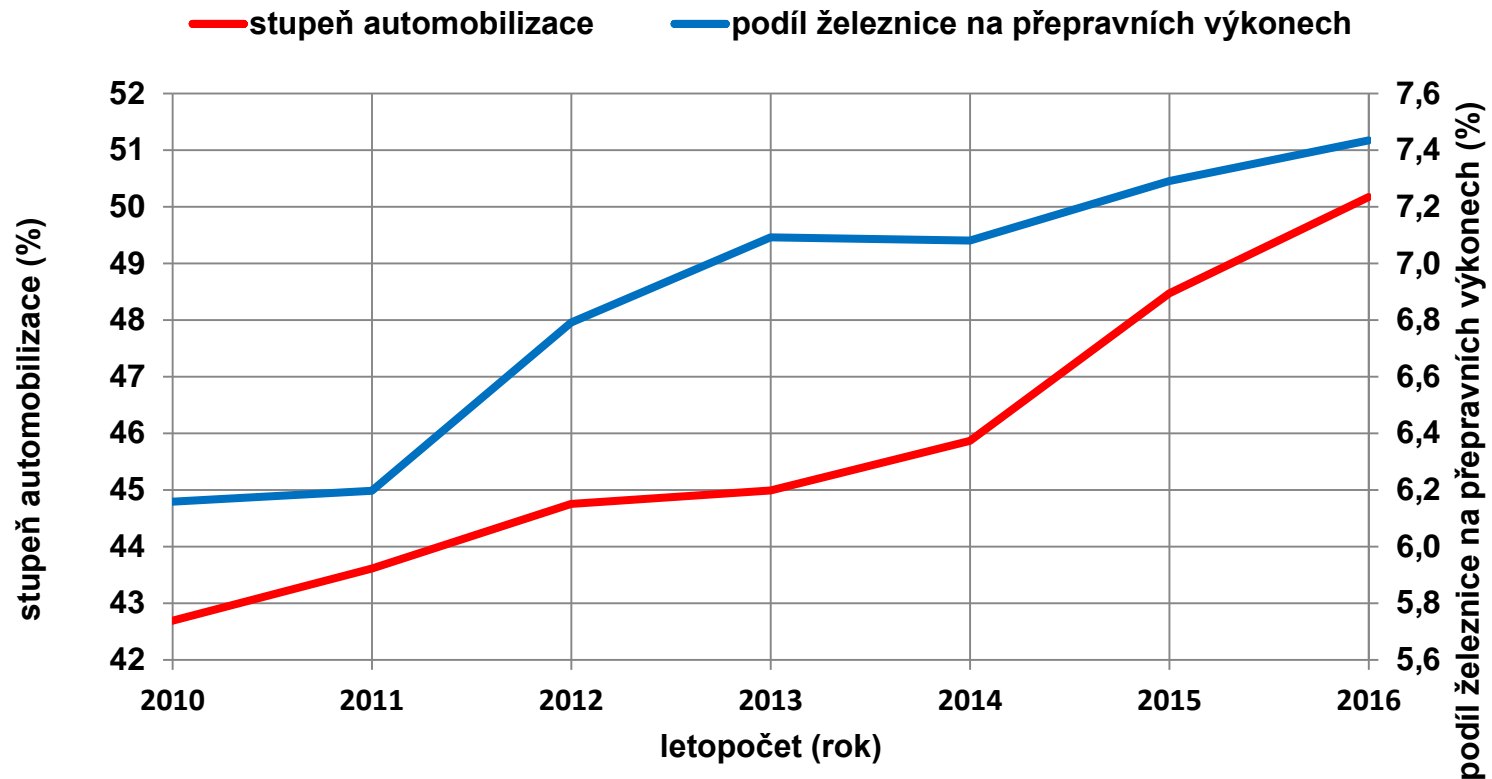


# Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

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





## Lidé nechtějí dělat to, co nemají rádi

**Negativní motivace je velmi silná:**

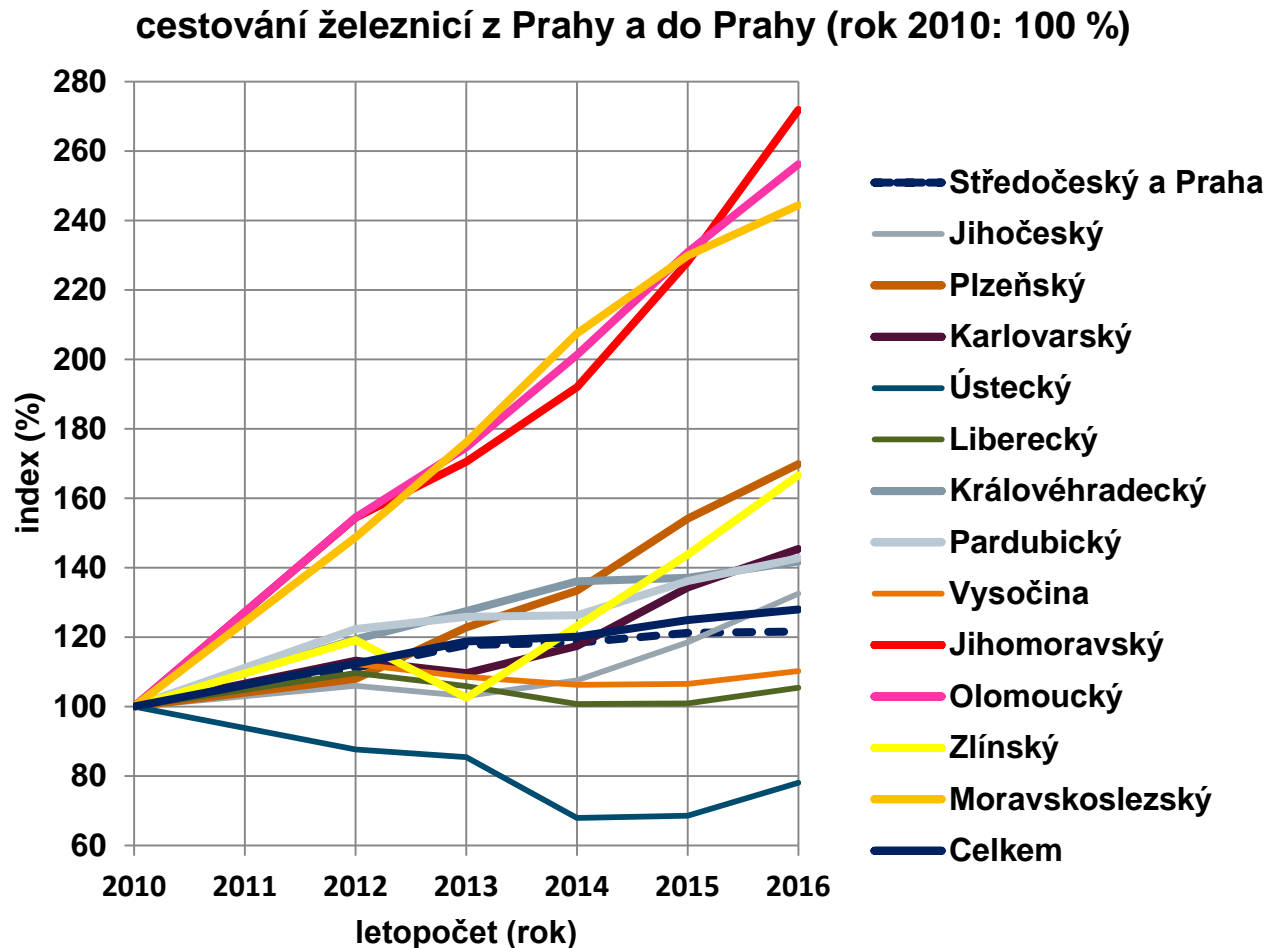
- a) lidé neradi dlouho čekají,**
- b) lidé neradi dlouho řídí auto.**

**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 dojedu za pár minut autem. Poslouží mi i jako čekárna do příjezdu vlaku.**
- b) než se otavovat, 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.**

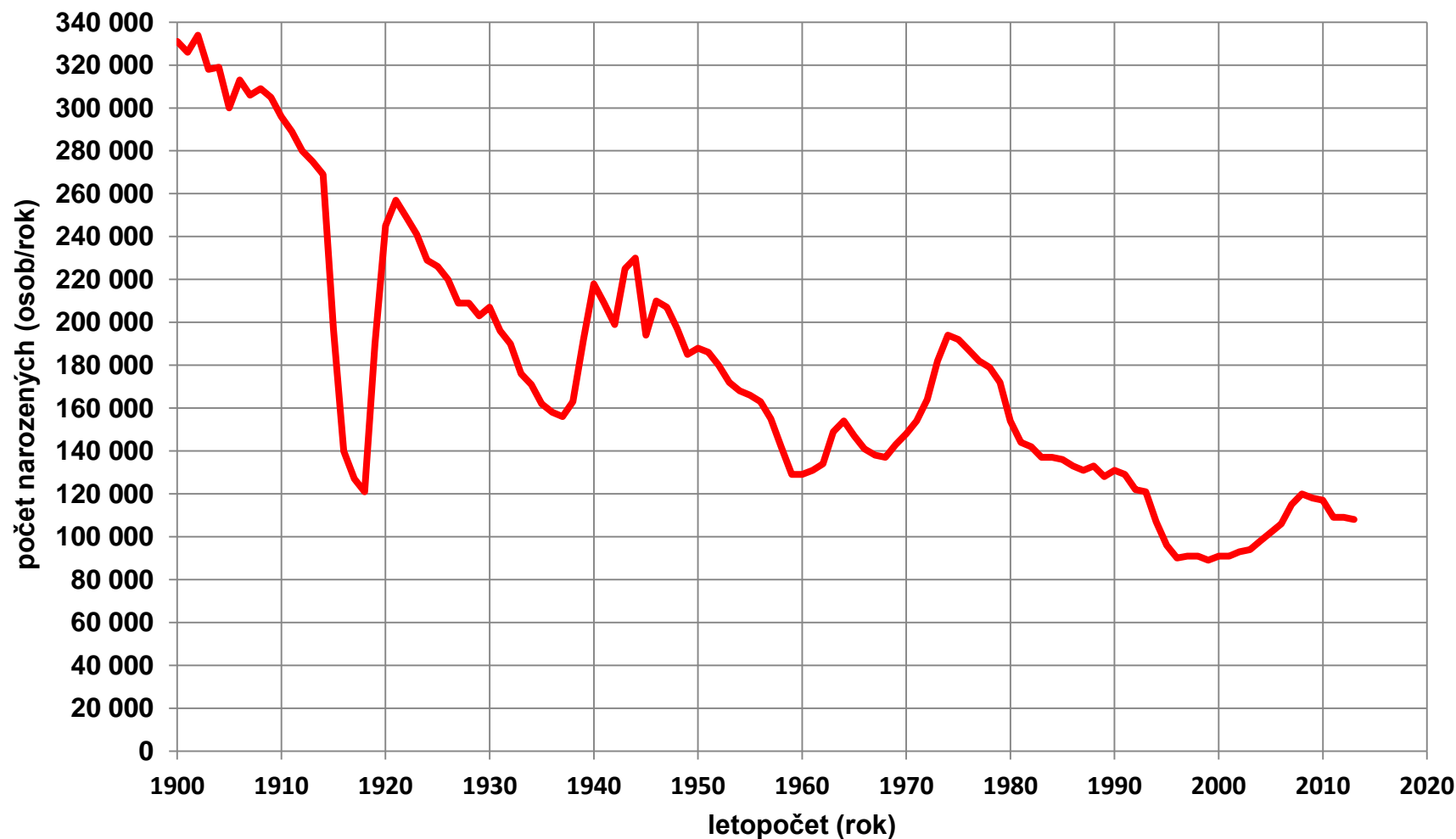
# Snižování emisí orientací na veřejnou hromadnou dopravu

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

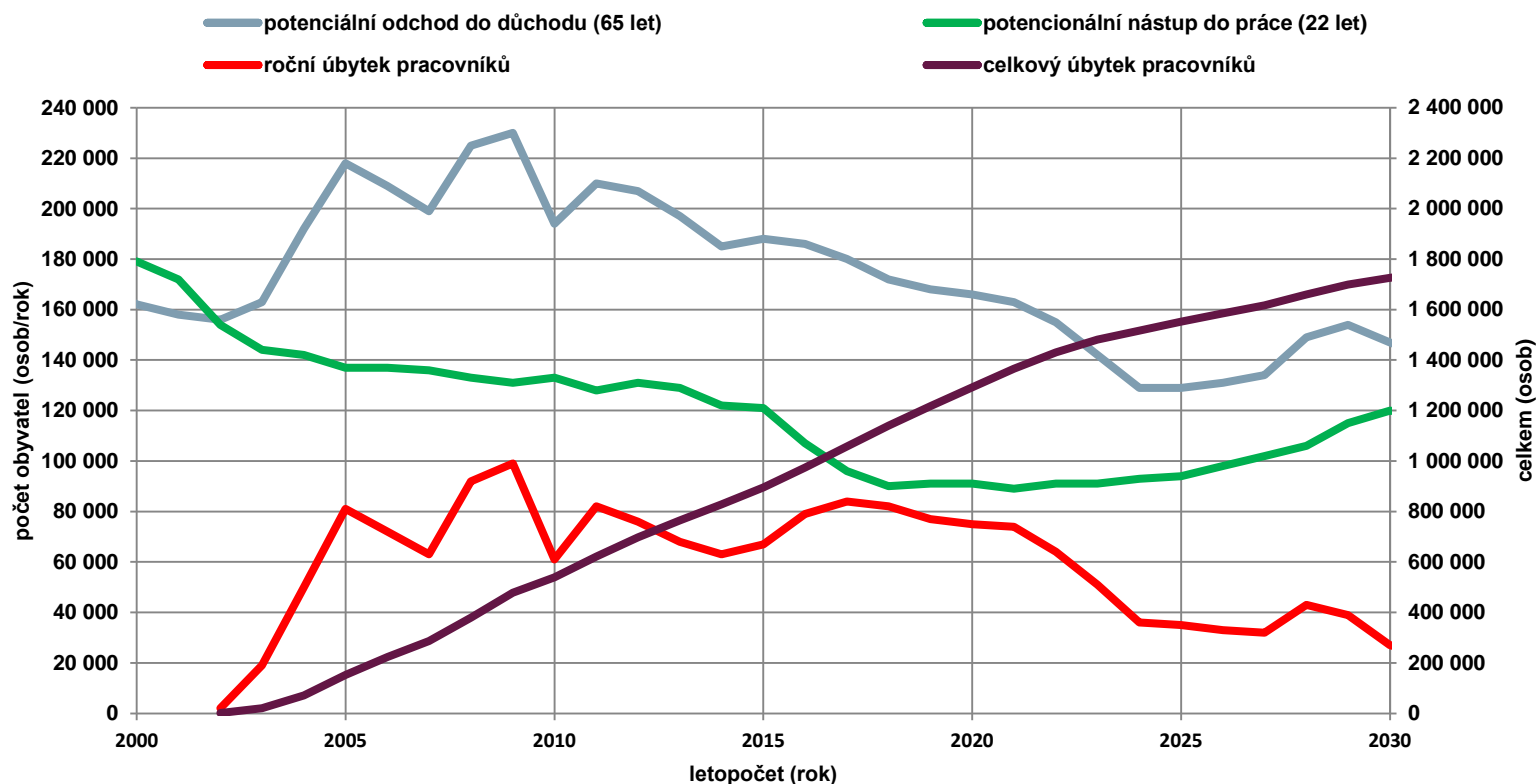
demografický vývoj v ČR



## Vývoj reprodukční schopnosti obyvatelstva ČR

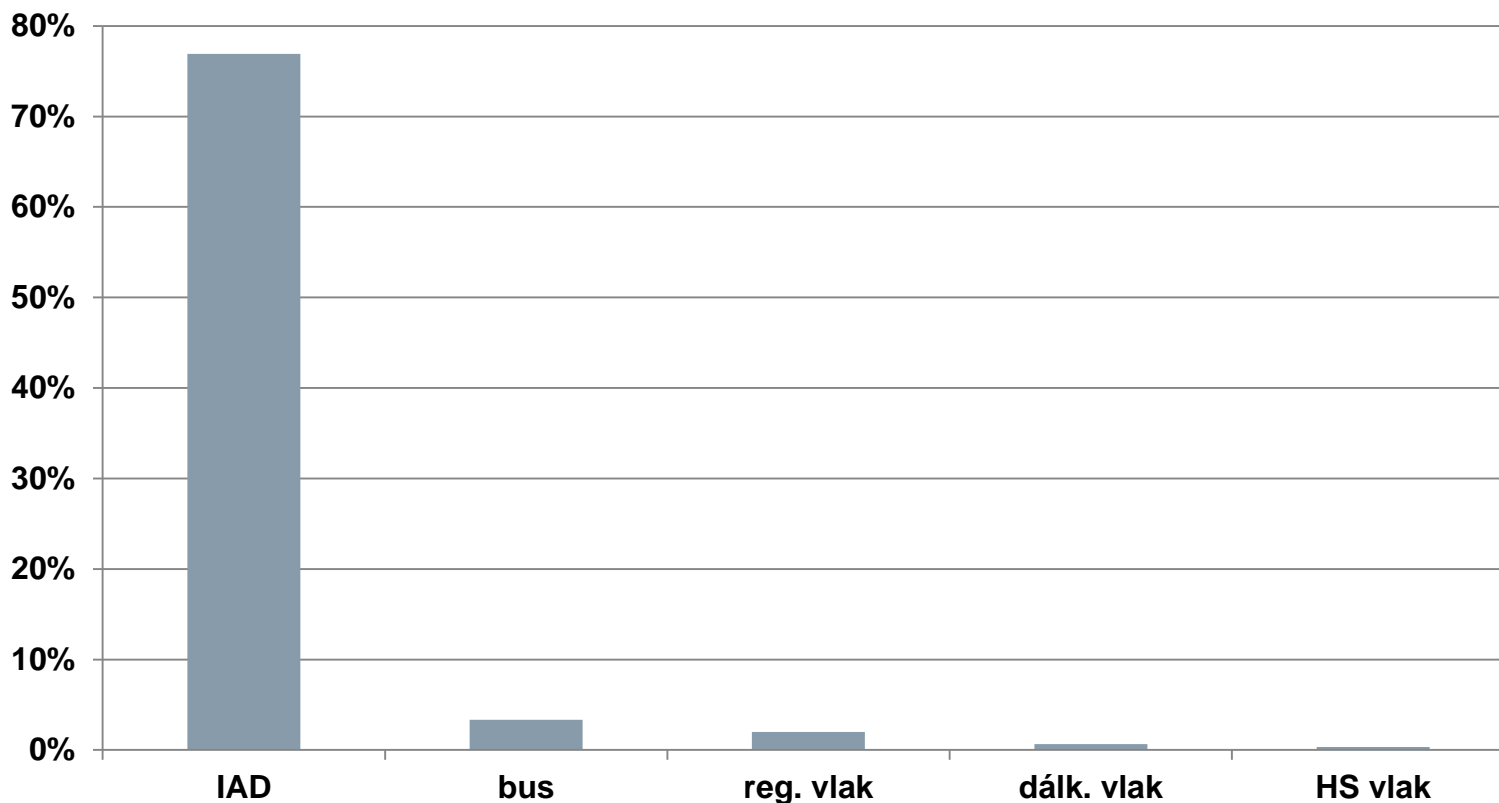
**V rozmezí let 2002 až 2016 ubylo v ČR cca 1 000 000 pracovních sil.  
Aktuálně se podnikům v ČR nedostává 150 000 pracovních sil.  
Úbytek pracovních sil tempem zhruba mínus 70 000 / rok bude pokračovat.**

důsledky demografického vývoje v ČR



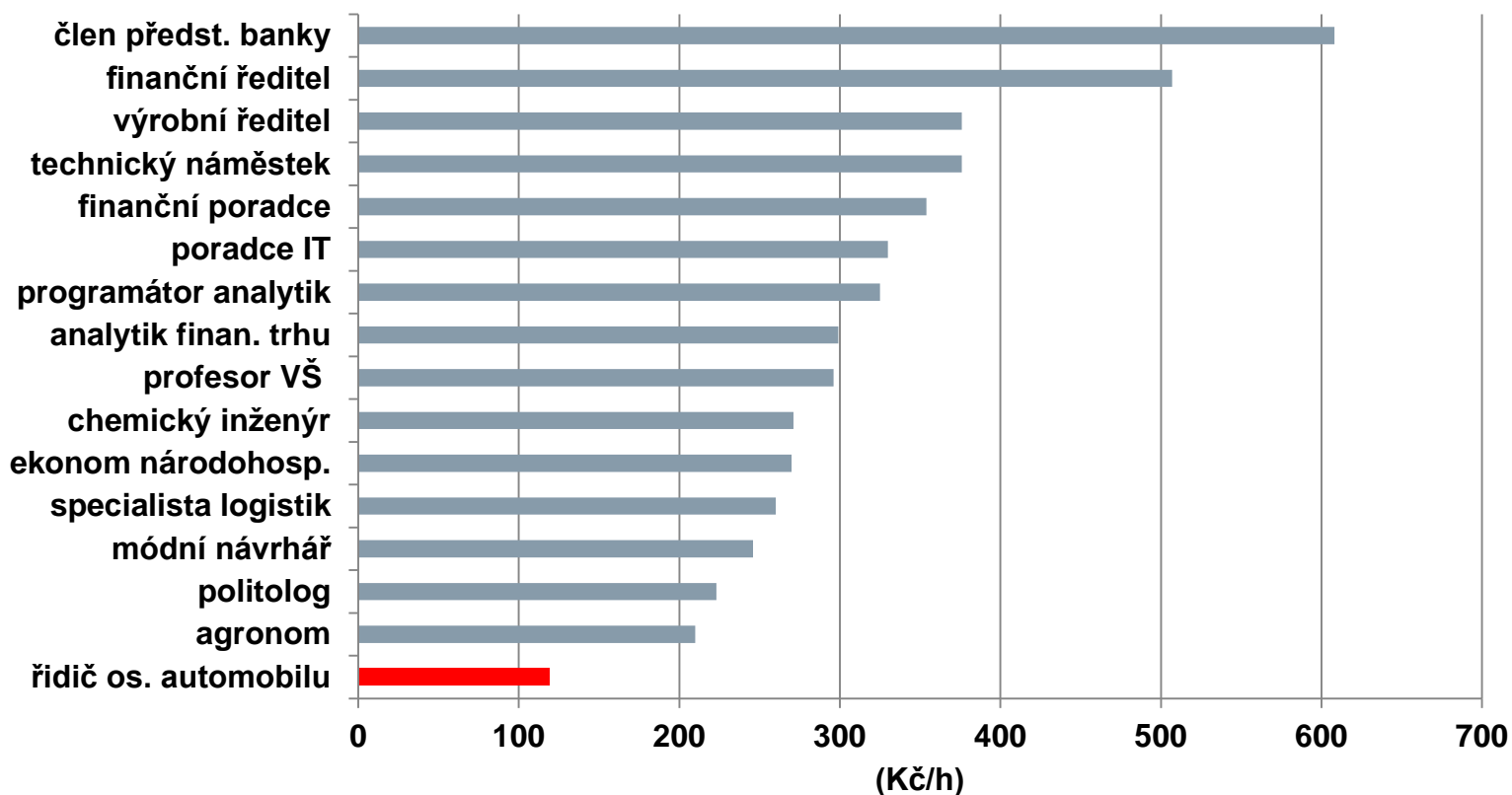
Individuální doprava zatěžuje mnoho osob řízením.  
Hromadná doprava umožňuje produktivně využít čas strávený cestováním (Train Office).

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)



Čtvrtá průmyslová revoluce je přirozenou reakcí průmyslu na vývoj ve společnosti (poptávka po řešeních) a vývoj v technice (nabídka řešení).

1. Průmyslová revoluce – fosilní paliva (parní stroj)
2. Průmyslová revoluce – elektrické pohony
3. Průmyslová revoluce – automatické řízení
4. Průmyslová revoluce – samočinné vykonávání opakovaných procesů

Opakovanou (rutinní) práci (fyzickou i duševní) umí stroje dělat lépe, rychleji, bezchybněji, levněji a ochotněji, než lidé.

Tvůrčí potenciál člověka je rozumné využívat užitečněji.

Čtvrtá průmyslová revoluce vznikla v továrnách zcela spontánně a stále se prohlubuje.

Nejde o programové vytyčení trendu do budoucna, ale o ex post **konstatování skutečnosti, která nastala a je realitou.**

**Tomáš Bat'a:**

**„dřinu strojům, lidem myšlení“**

**čtvrtá průmyslová revoluce:**

**„opakovanou (manuální i duševní) práci strojům, lidem tvůrčí práci (manuální i duševní)“**

**⇒ Internet věcí, internet služeb (stroje si spolu povídají, továrny si spolu povídají)**

**Čtvrtá průmyslová revoluce probíhá v průmyslu zcela spontánně a neorganizovaně. Je přirozeným nástrojem ke zvyšování výkonnosti, kvality a hospodárnosti. Stát stranou by bylo konkurenční nevýhodou.**

**Pro harmonický rozvoj lidské společnosti je nutno stejné principy aplikovat i v ostatních oborech lidské činnosti:**

- vzdělání 4.0, školství 4.0,**
- energetika 4.0,**
- doprava 4.0,**
- státní správa 4.0, ...**



## Základní principy:

- interoperabilita (standardy propojitelnosti),
- virtualizace (každý předmět nebo služba má svůj matematický model),
- decentralizace (rozhodování pobíhá decentrálně a to na základě znalostí),
- práce v reálném čase,
- orientace na služby (činnosti),
- modularita (schopnost rekonfigurace)

## Formy vztahů:

- internet věcí (komunikace mezi produkty),
- internet služeb (komunikace s procesy),
- internet engineeringu (komunikace s lidmi).

**=> neplýtvat pracovními silami a lidskou prací, rozumně a efektivně je využívat**

## 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.**

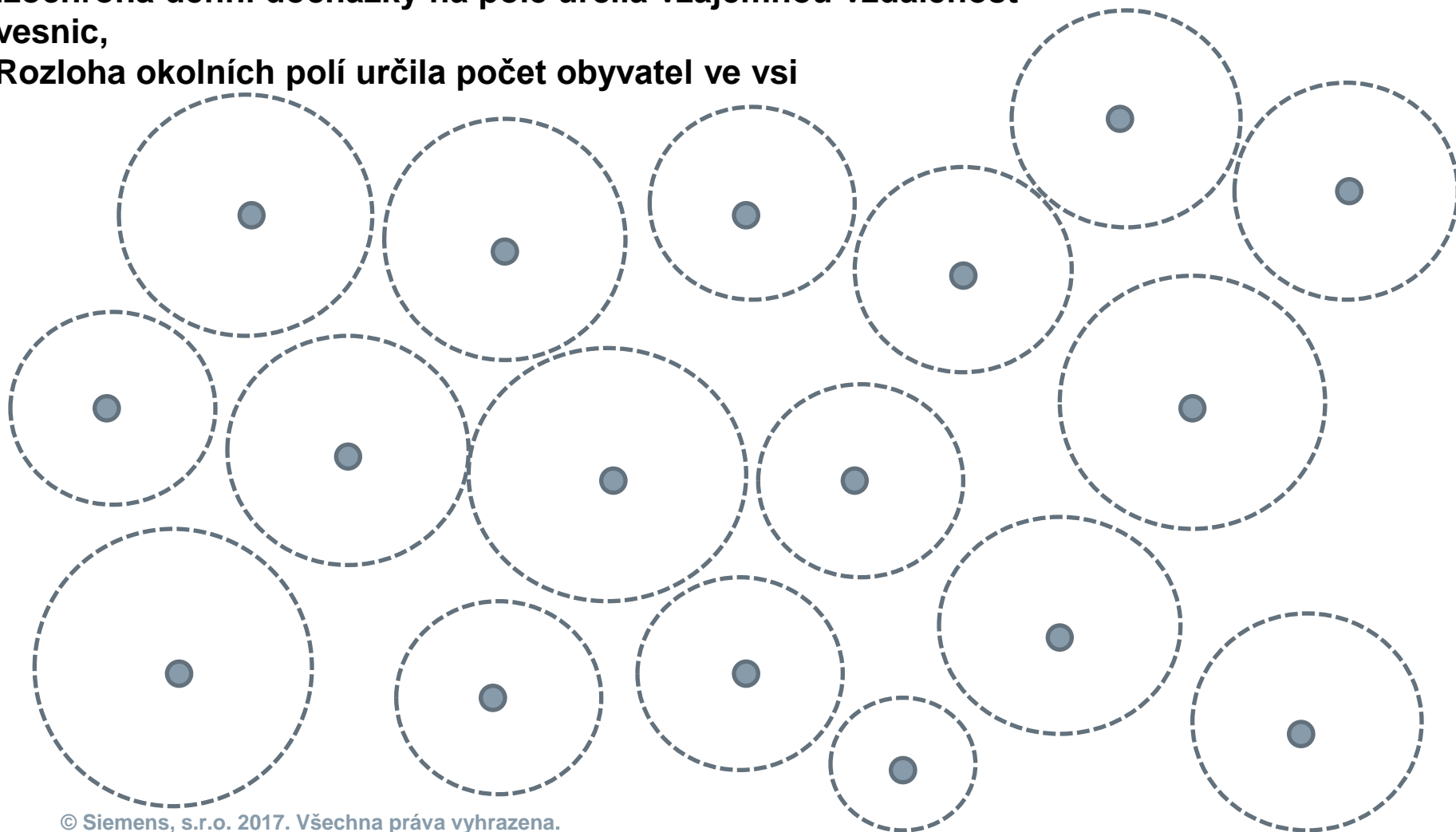
## Původní struktura rozptýleného venkovského osídlení

95 % obyvatelstva je zaměstnáno v zemědělství

Izochrona denní docházky na pole určila vzájemnou vzdálenost

vesnic,

Rozloha okolních polí určila počet obyvatel ve vsi



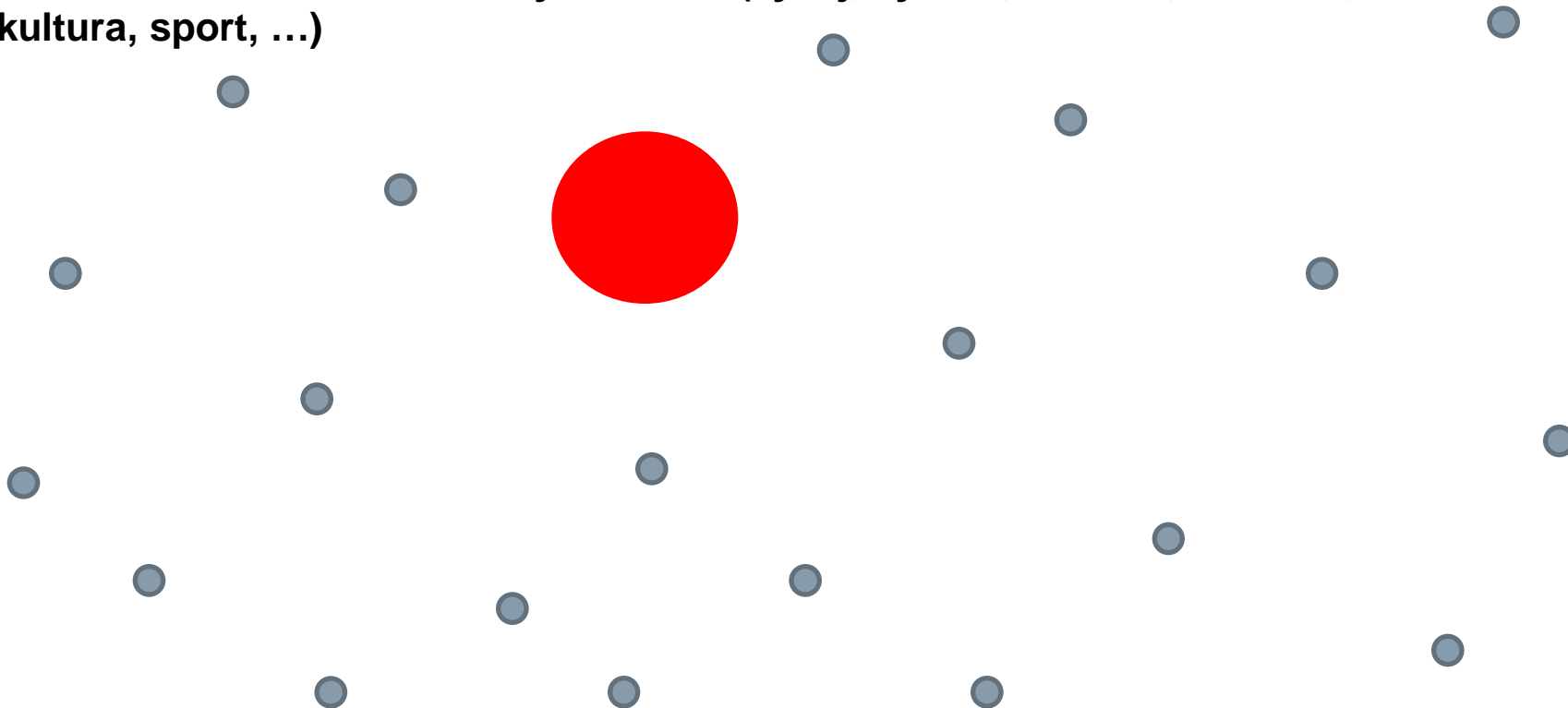
## Koncentrace osídlení do velkých měst

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, ...)

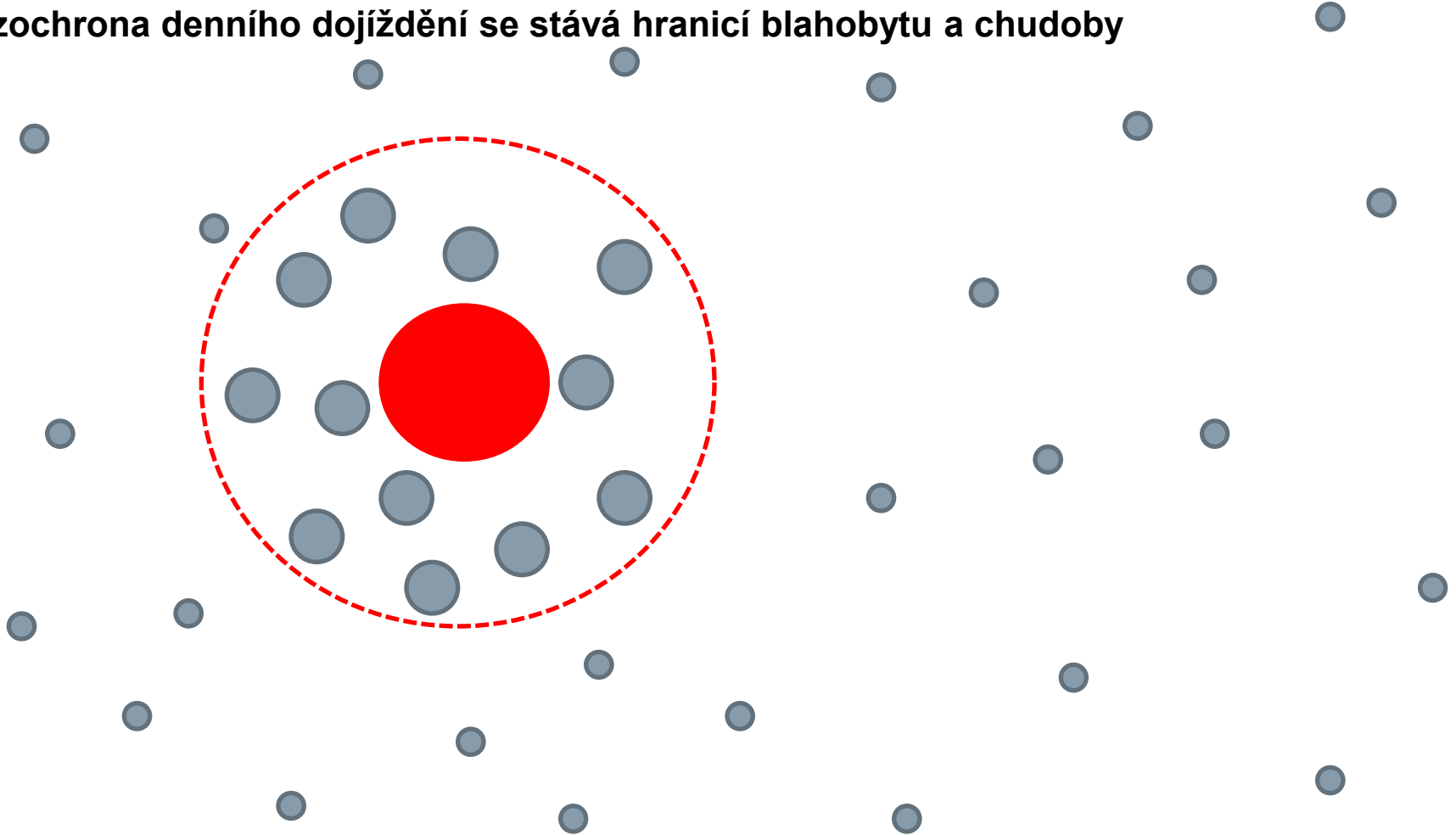


# Dekonzentrace osídlení do okolí velkých měst

Růst bohatství umožňuje lidem bydlet i v okolí měst

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

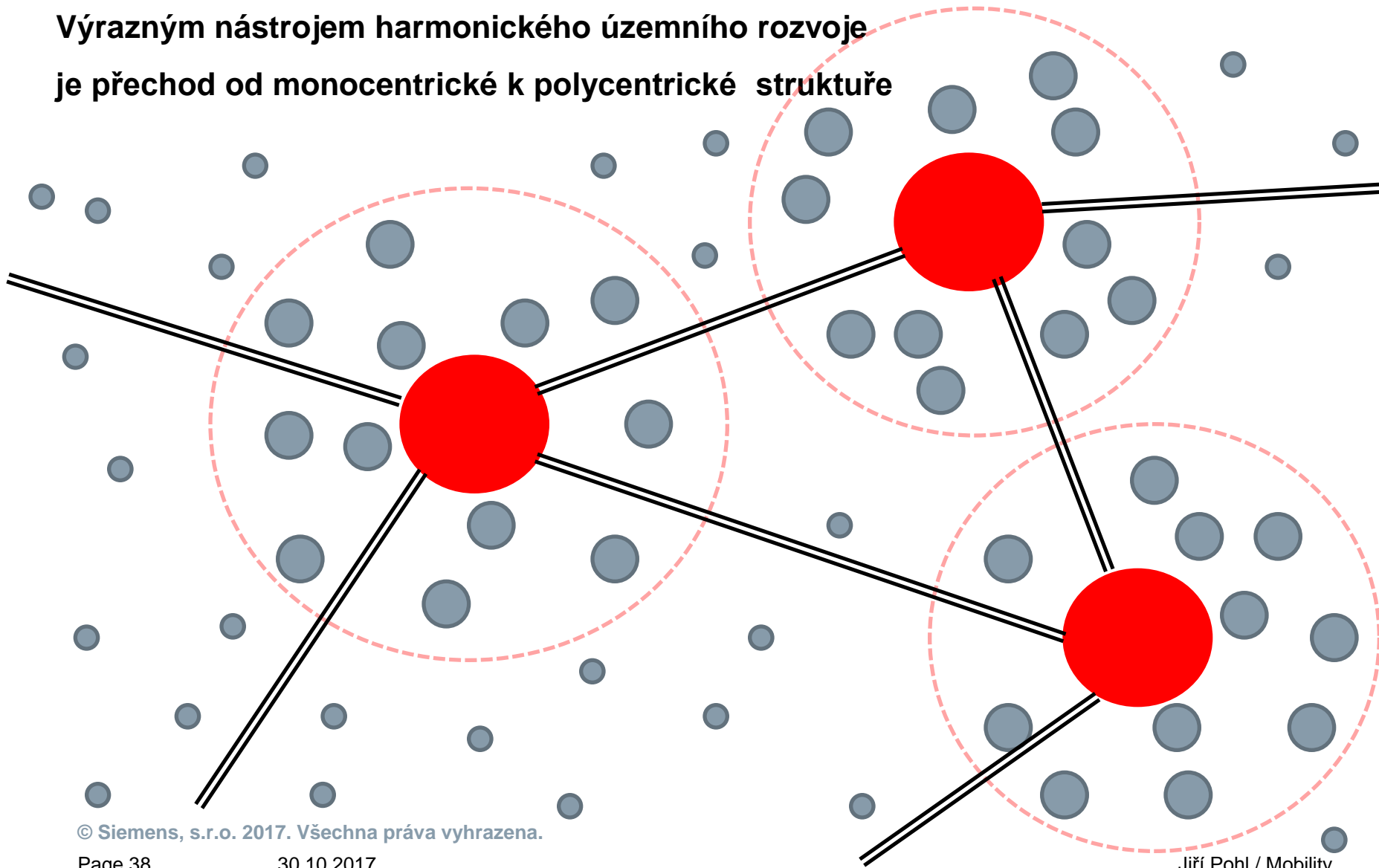
Izochrona denního dojíždění se stává hranicí blahobytu a chudoby



# 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.**

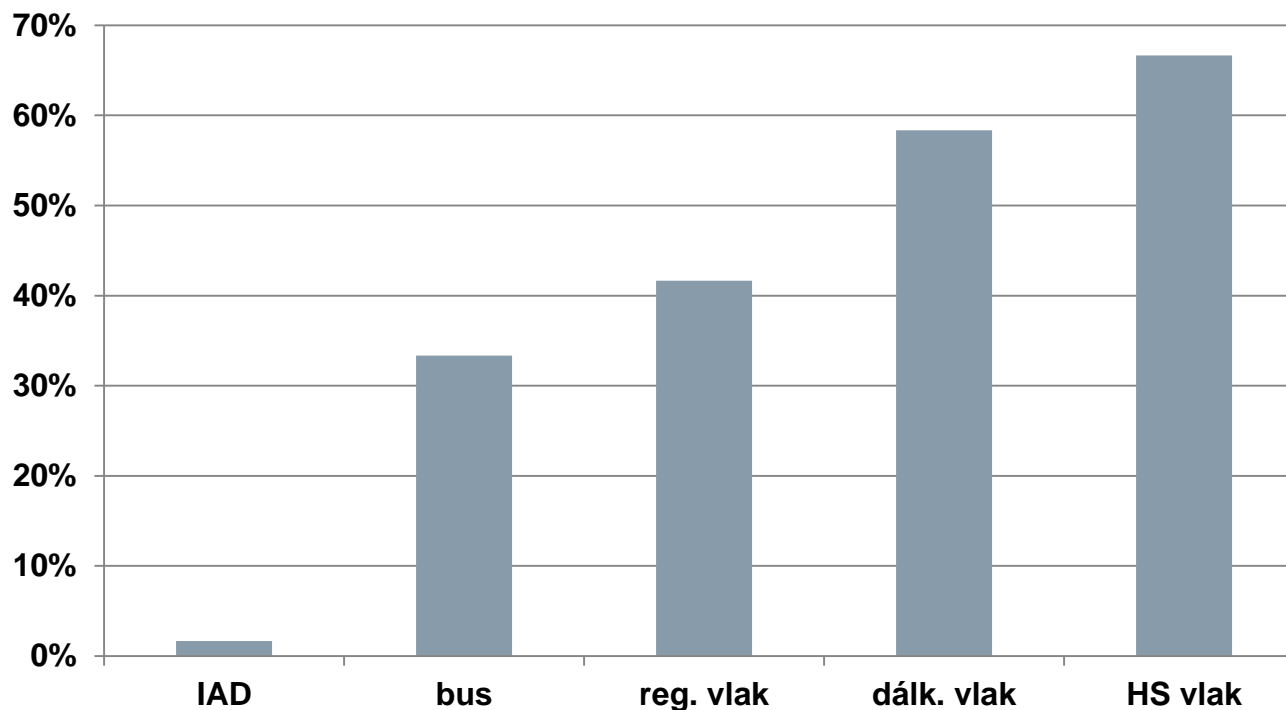
## Je rozumné vnímat sedm souvislostí, cílem je udržitelná multimodální mobilita:

- 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.

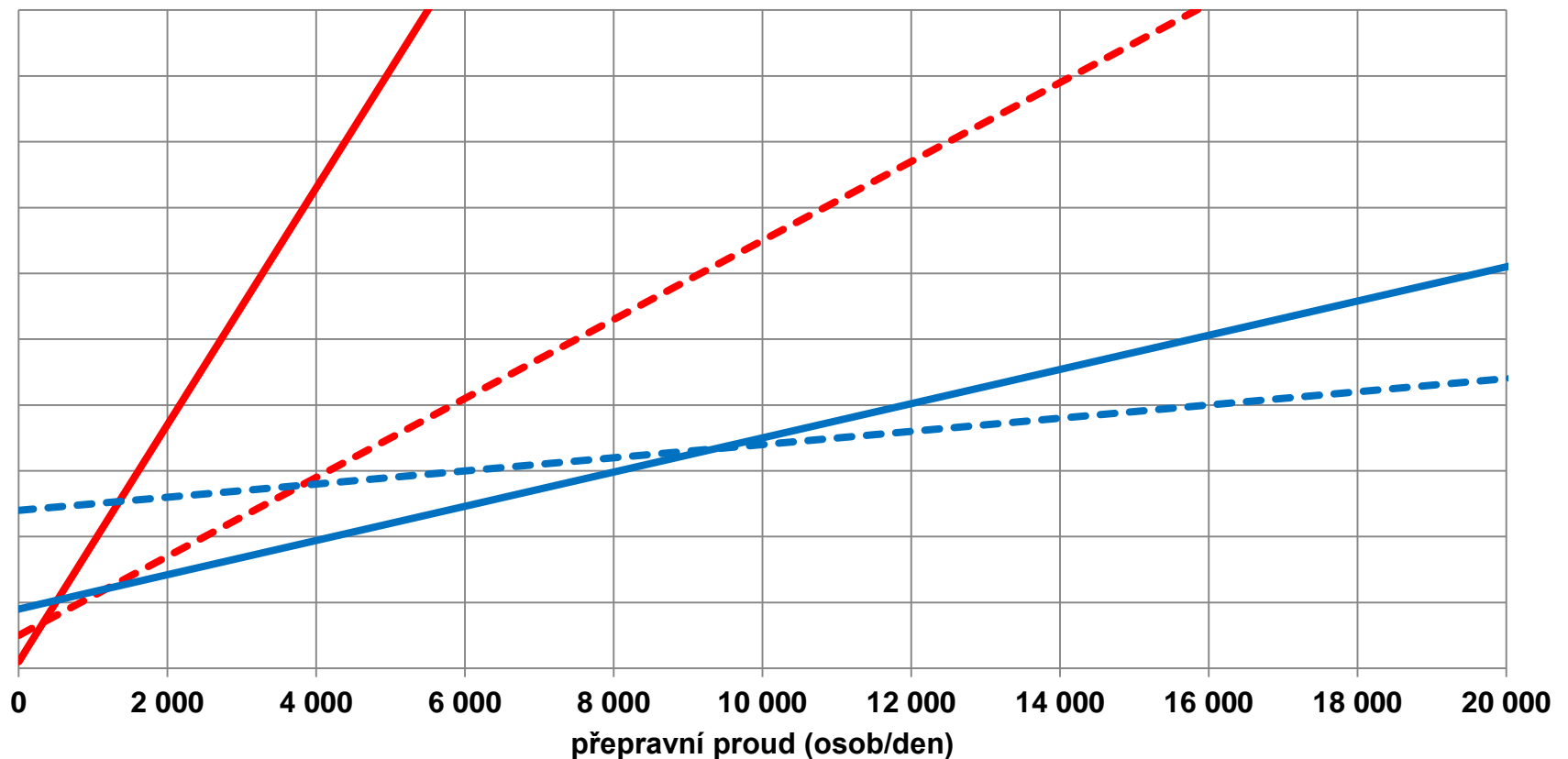
denní využití investic do dopravních prostředků



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

celkové náklady na dopravu (směrné hodnoty)

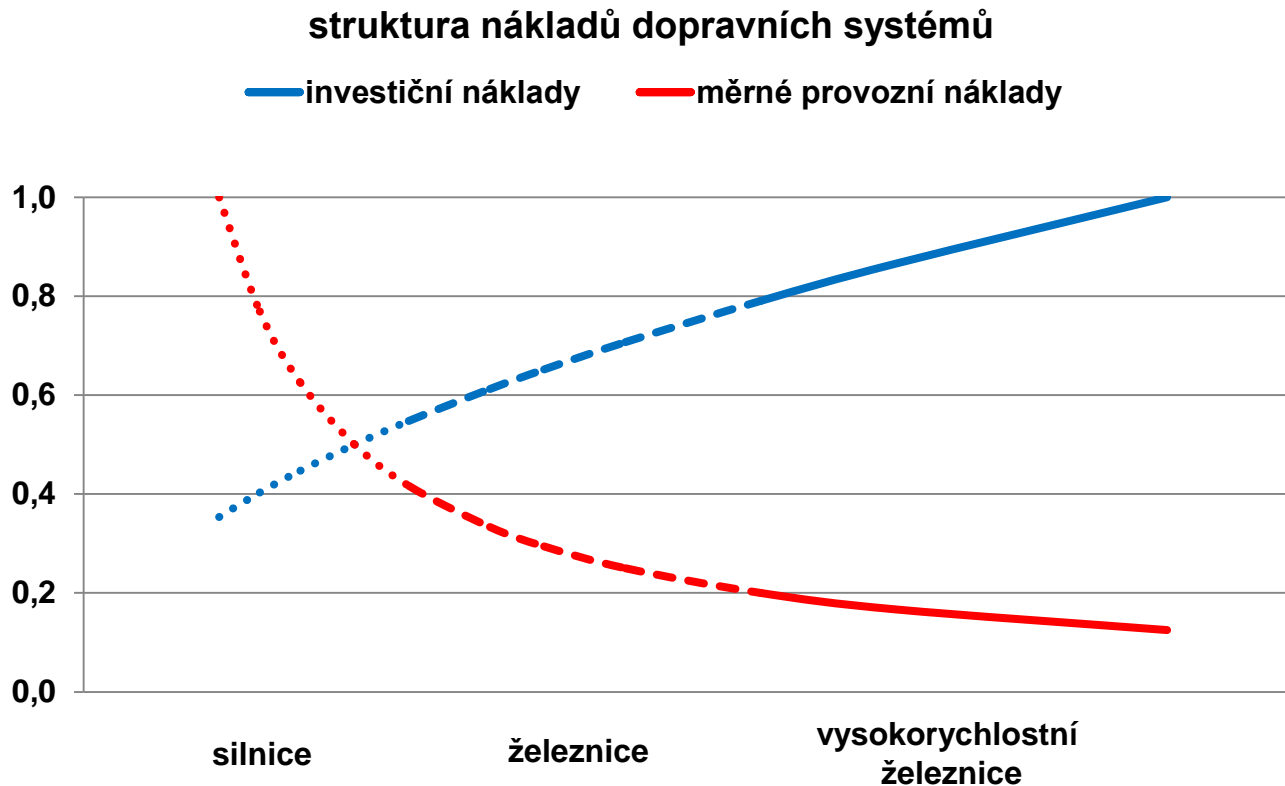
— IAD    - - bus    — CR železnice    - - HS železnice



# 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).**

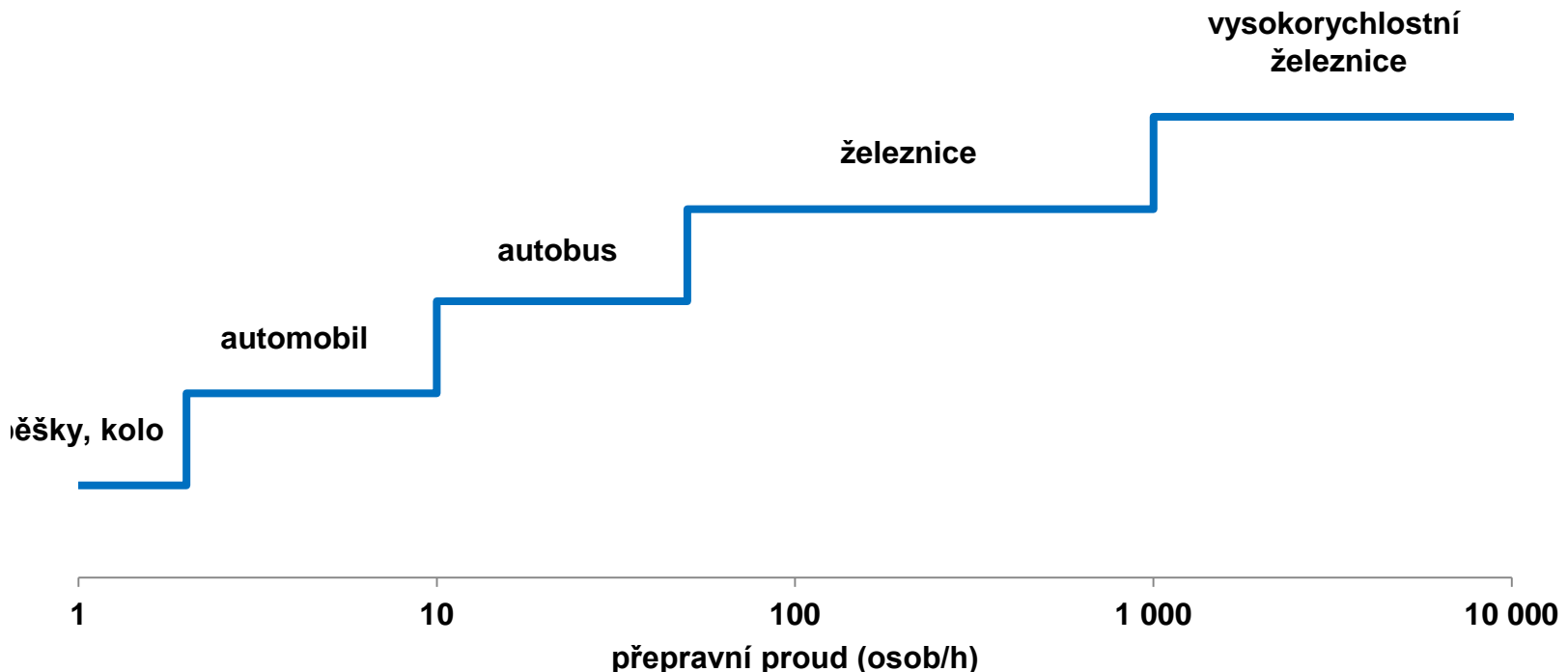


# Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Poloprázdný autobus či vlak je vhodné nahradit automobilem.

Dálnici plnou automobilů má logiku nahradit vysokorychlostní železnici

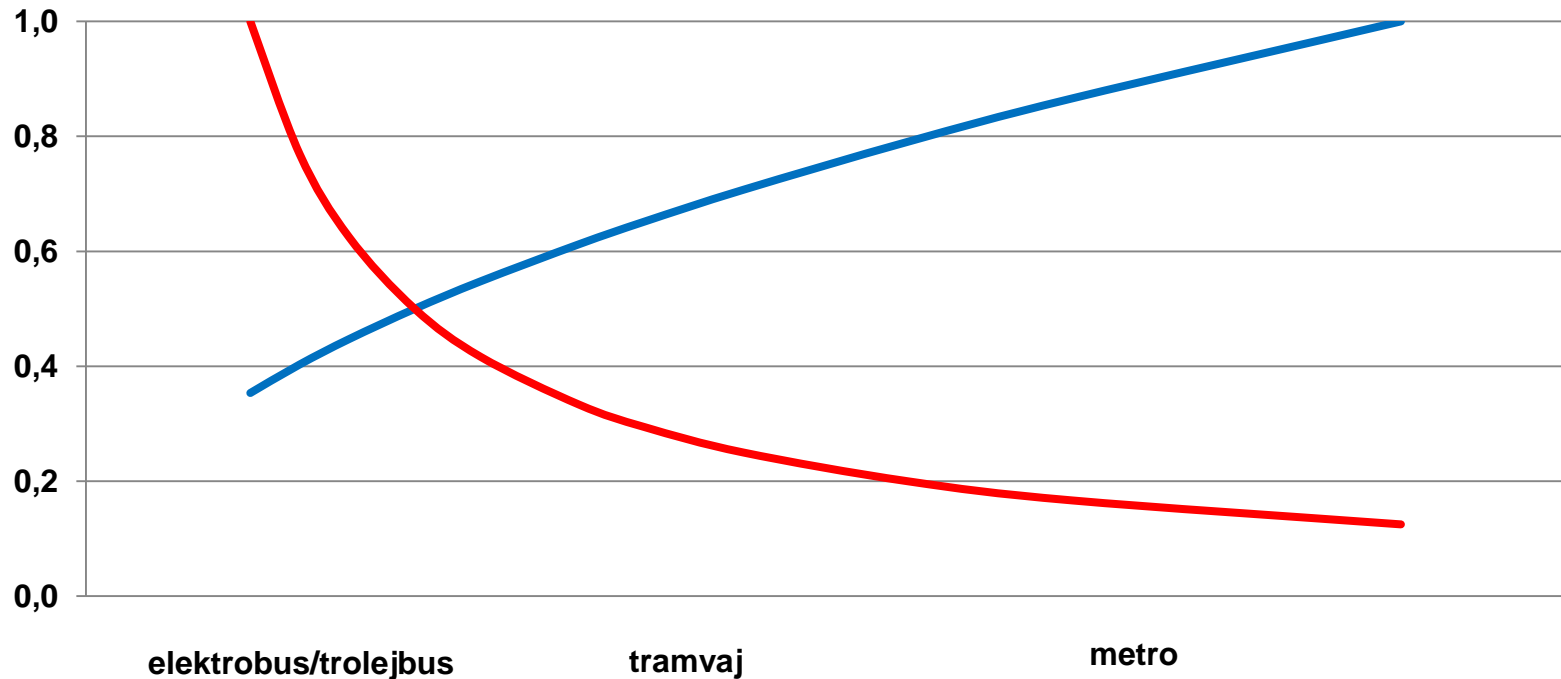
volba optimálního dopravního systému



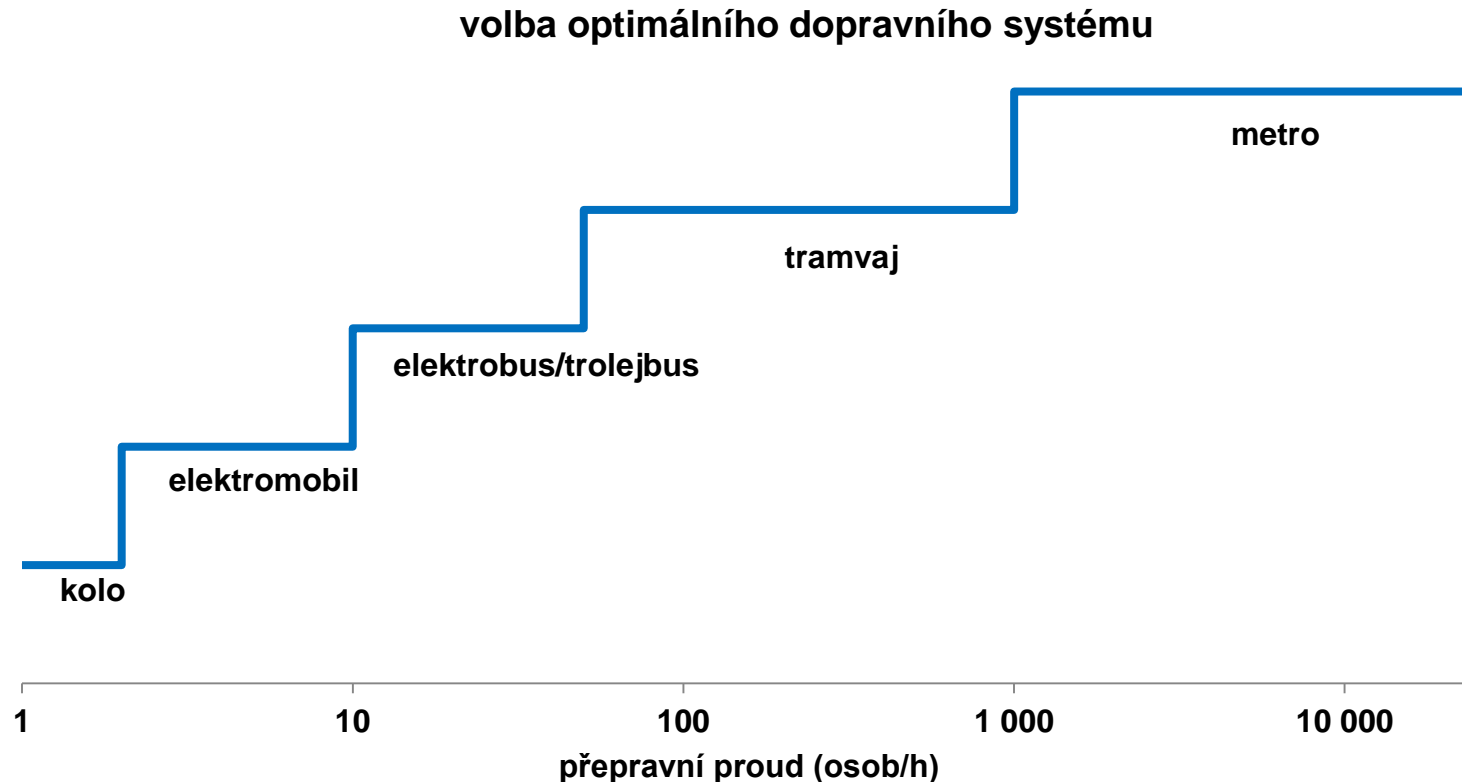
# Podřízení volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky - MHD

struktura nákladů dopravních systémů

— investiční náklady    — měrné provozní náklady



# Multimodální městská elektromobilita: Podřízení volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky



# Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

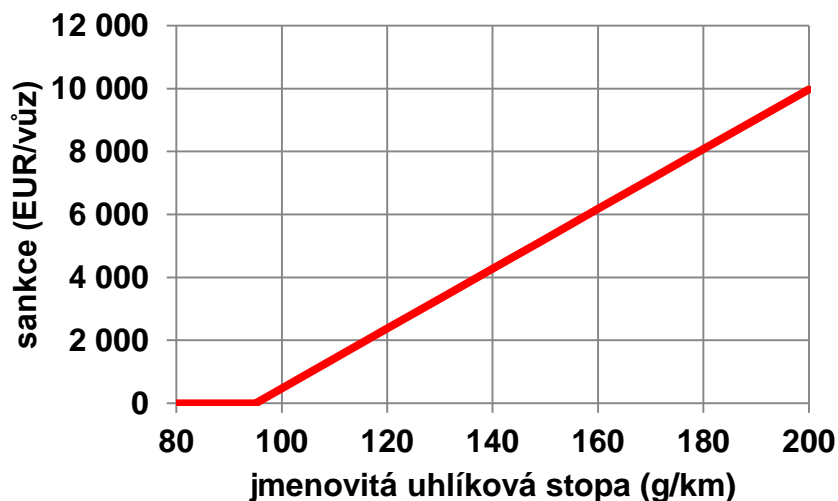
**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

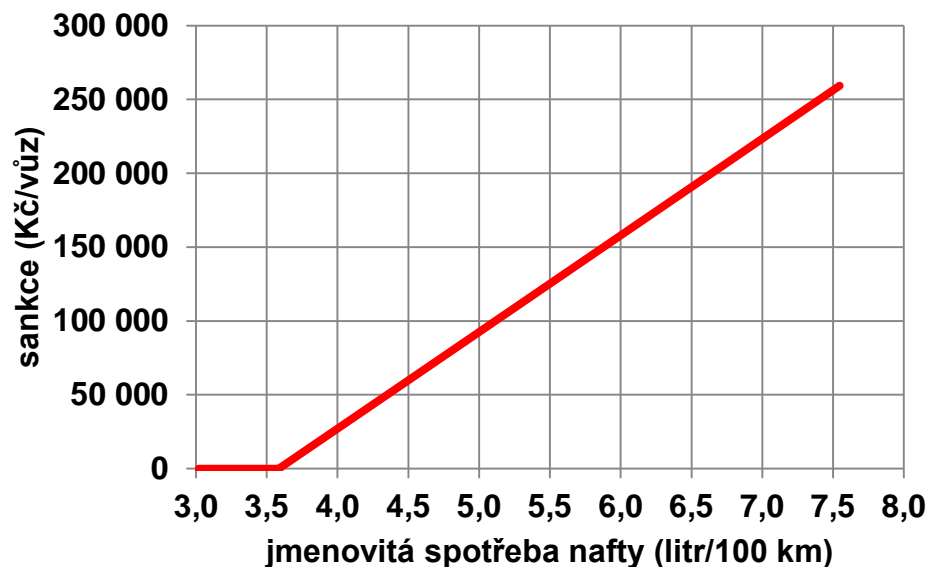
V rámci ochrany klimatu je požadováno, aby nové osobní automobily od roku 2020 plnily limit uhlíkové stopy 95 g CO<sub>2</sub>/km, což odpovídá spotřebě nafty 3,6 litr/100 km

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 CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub>/km) mohou tvořit jen 73 % roční produkce, zbývajících 27 % musí být elektromobily (s uhlíkovou stopou 0 g CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub> nevrtané klimatické změny,**
- **poškozovat zdraví obyvatelstva jedovatými zplodinami hoření.**

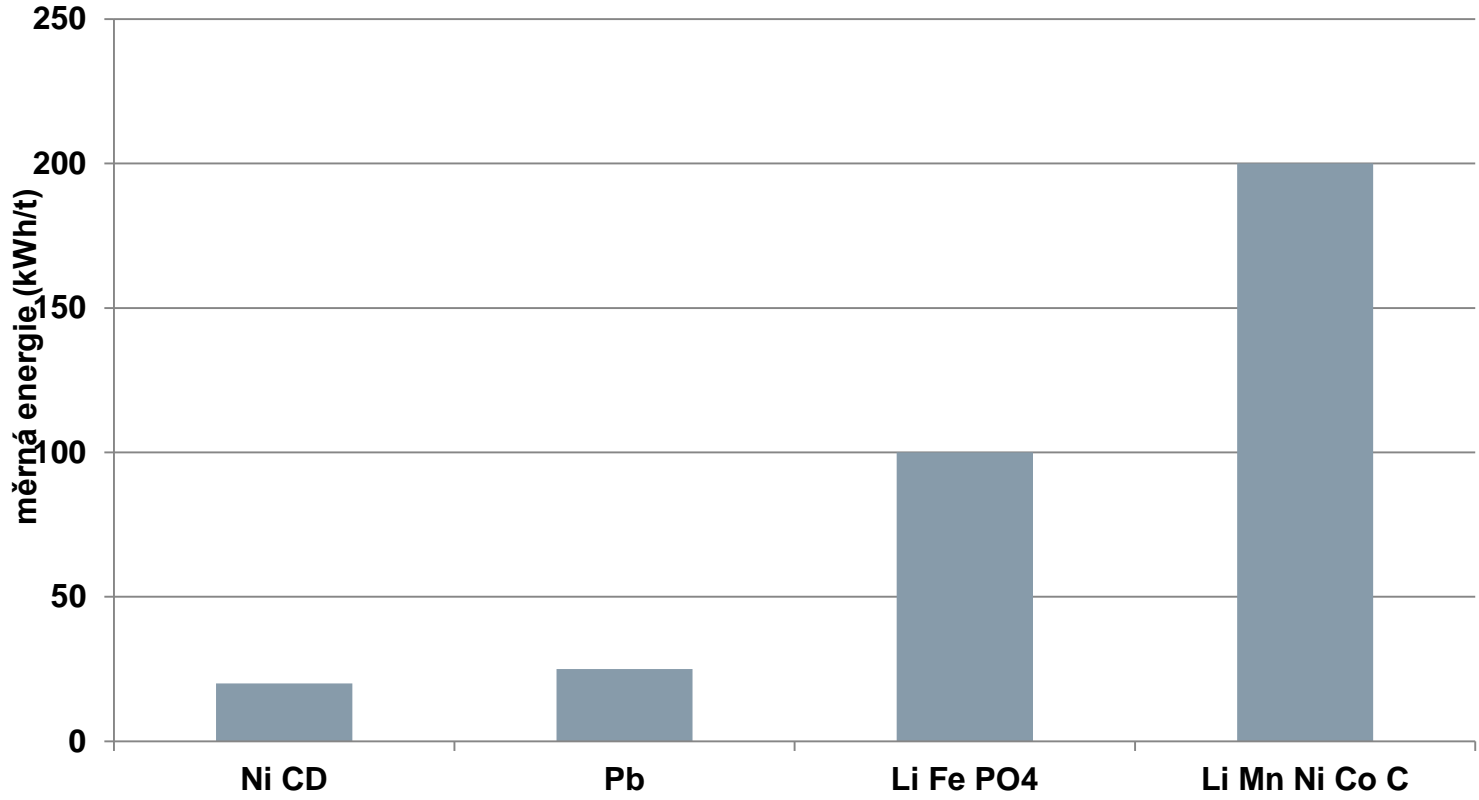
**Pro elektrické automobily již jsou na trhu volně k dispozici:**

- **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, ...) .**

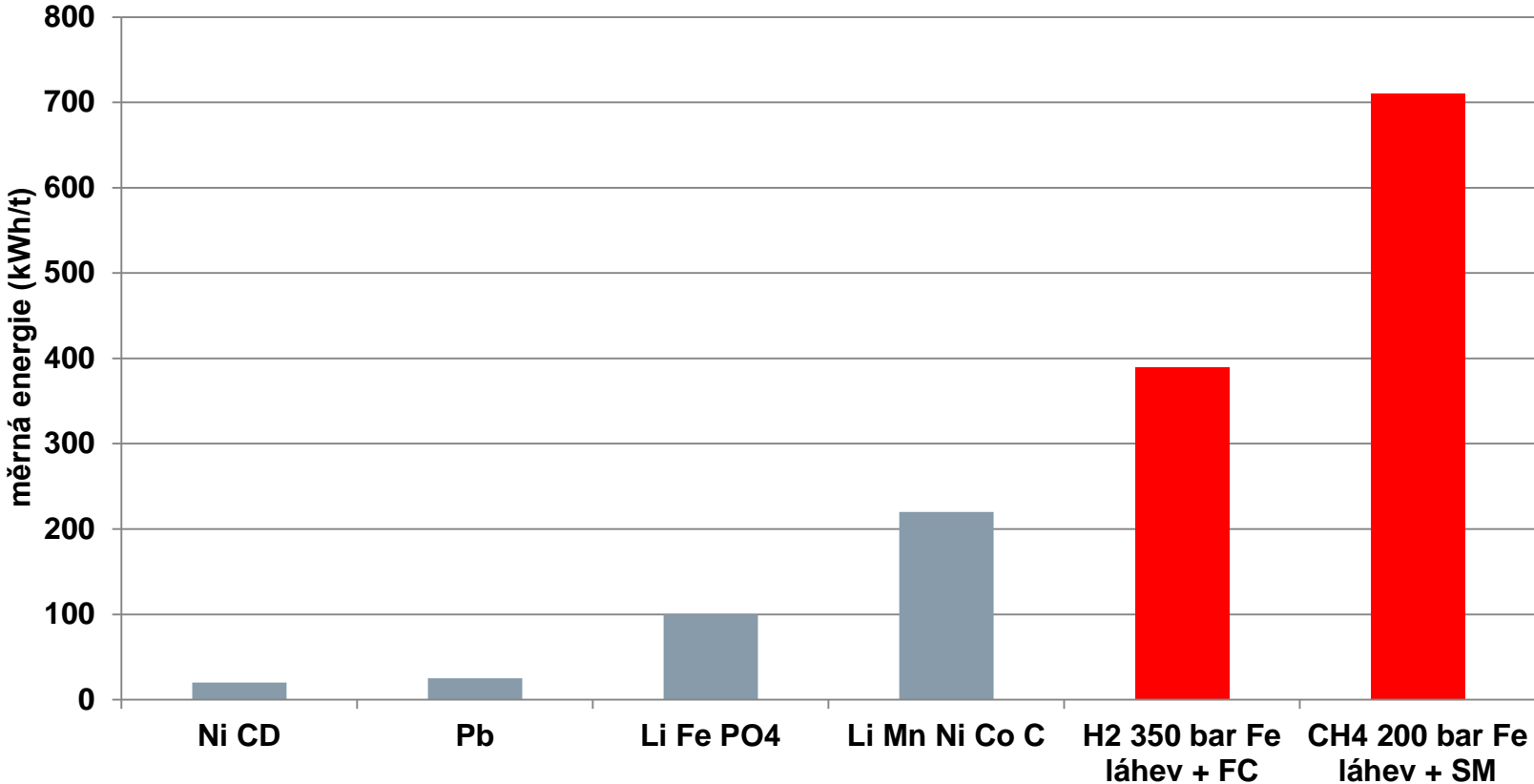
**Od 20. k 21. století:  
Lithiové akumulátory mají osminásobně větší  
měrnou energii, než olověné**

**Vývoj elektrochemických akumulátorů**



# lithiové akumulátory jsou stále lepší, možná ani nebude potřeba řešit vodíkové automobily ...

Vývoj elektrochemických akumulátorů



# Doplňování pohonných hmot u čerpací stanice

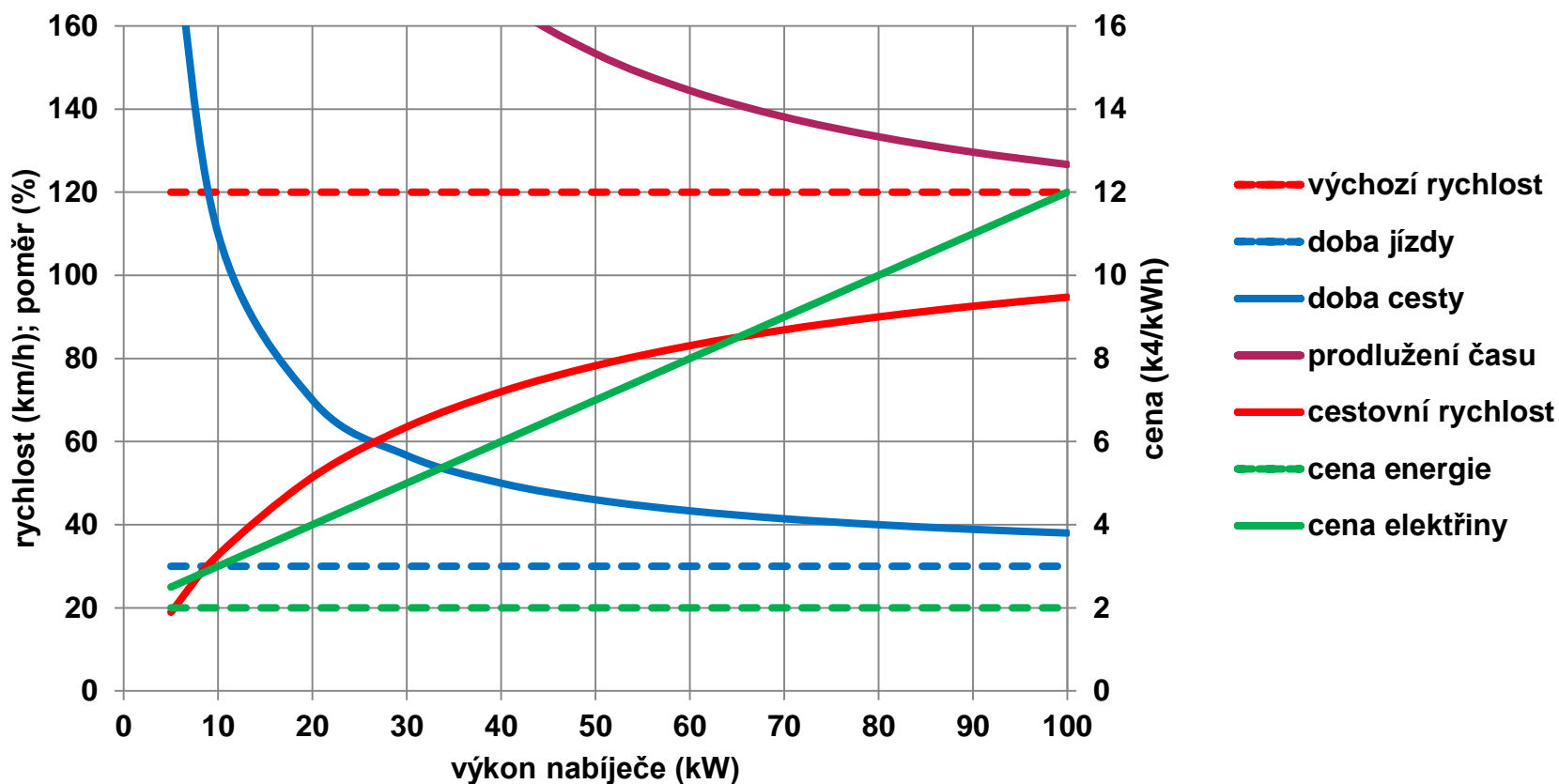
**Plnicí hadicí nafty či benzínu proudí do automobilu výkon 22 MW / 8 MW. Nemá logiku se o totéž pokoušet s elektřinou. Takové skoky výkonu elektrizační soustava neumí a nemá smysl ji tomu přizpůsobovat, bylo by to velmi drahé.**

doplňování zásob nafty či benzínu u čerpací stanice		
průtok paliva	litr/s	0,6
výhřevnost paliva	kWh/litr	10,2
tepelný výkon	kW	22 032
střední účinnost spal. motoru	%	36
užitný výkon	kW	7 932
cena paliva bez DPH	Kč/litr	29
cena mechanické energie	Kč/kWh	7,90

# Nácestné nabíjení

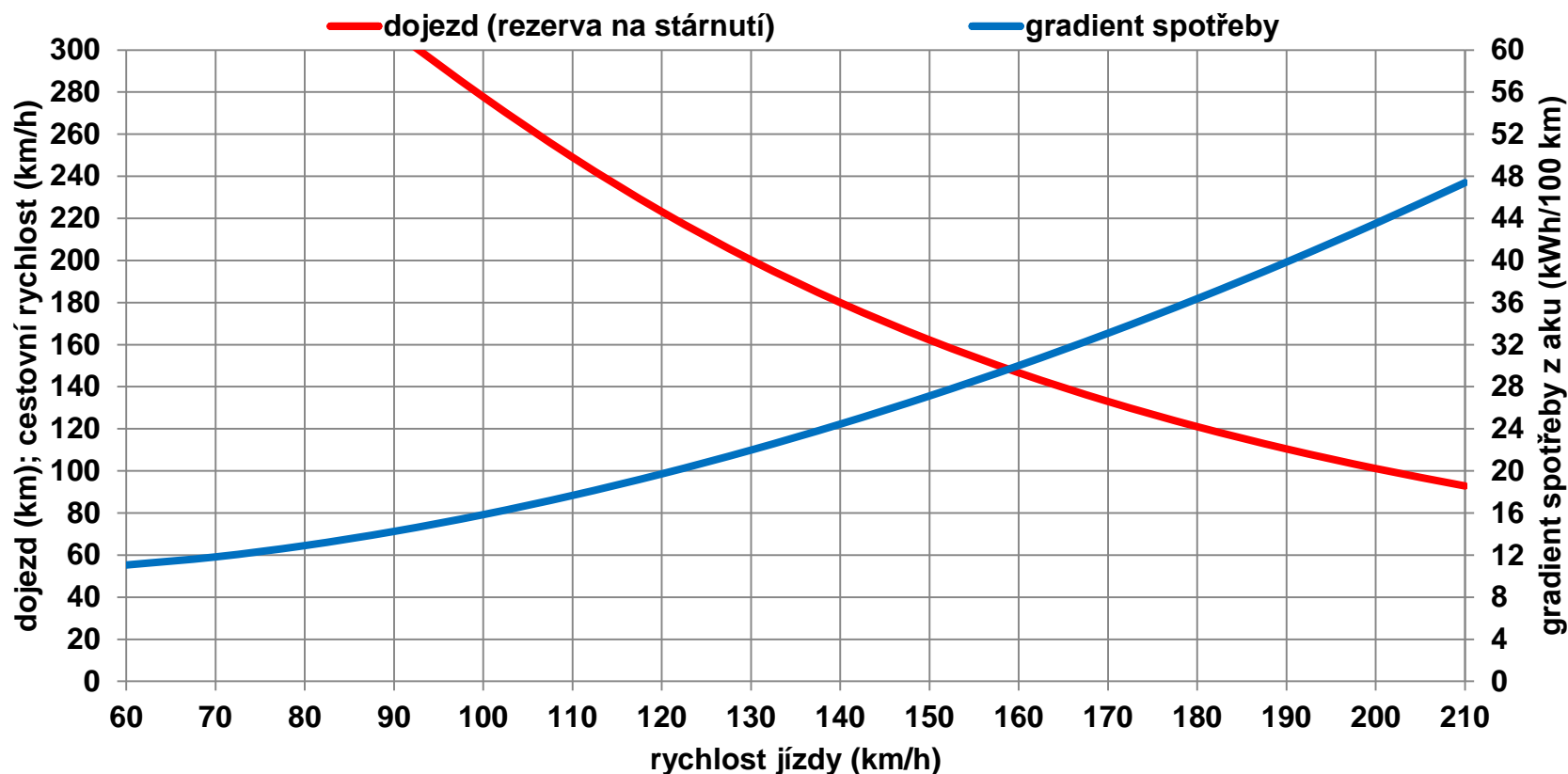
Rychlé nabíjení je velmi extenzivním řešením

vliv nabíjecího výkonu na parametry cesty  
(0,2 kWh/km; 2 Kč/kWh; 0,10 Kč/kW)



## Energetická náročnost jízdy roste s rychlostí

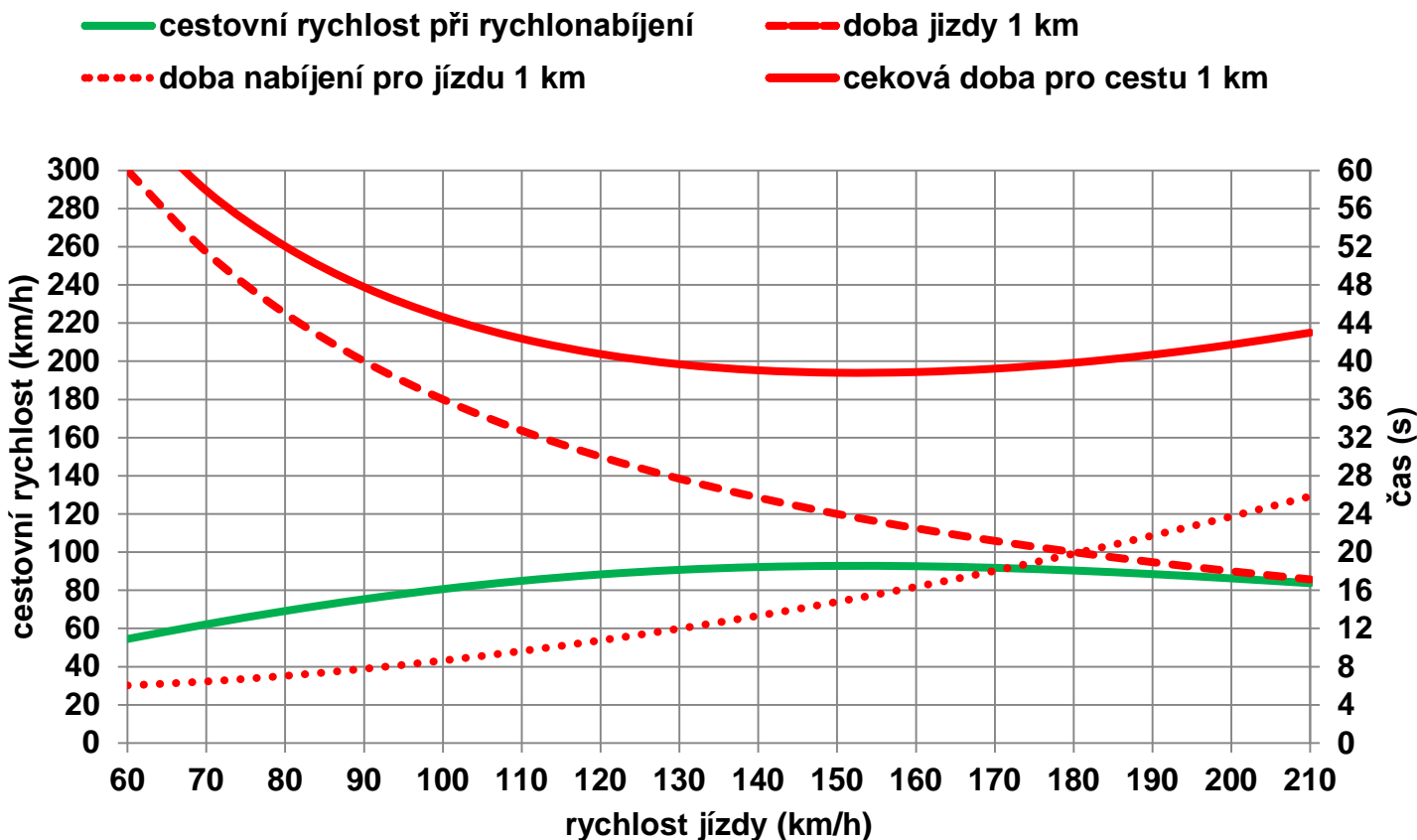
jízda s nácestným nabíjením  
(55 kWh, 81 kW)



# Vliv nácestného nabíjení na cestovní rychlost

Doba nácestného nabíjení snižuje cestovní rychlost,  
100 km/h je nepřekonatelných.

jízda s nácestným nabíjením  
(55 kWh, 81 kW)



# Denní režim osobního automobilu v ČR

Automobil je v ČR využíván jen 1,7 % denně – má smysl zdržovat jeho uživatele nabíjením v této době?

Není rozumnější nechat automobil, ať se v klidu nabije v době parkování?  
Má na to 23 hodin a 35 minut.

počet osobních automobilů v ČR	5 308 000	vozů
roční přepravní výkon osobních automobilův ČR	72 255 000 000	os km/rok
střední obsazení osobního automobilu	1,30	os/vůz
roční běh osobního automobilu	10 471	km/rok
roční běh osobního automobilu	29	km/den
cestovní rychlost	70	km/h
denní doba cesty	0:24	hh:mm
denní doba parkování	23:35	hh:mm
využití automobilu	1,7	%
parkování automobilu	98,3	%

střední využití osobního automobilu v ČR





## **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.**

# Nevýhoda? Výhoda!

**Výhoda elektromobilu vůči konvenčnímu automobilu se spalovacím motorem je v tom, že mu lze doplňovat levnou energii doma (například přes noc), nebo kdekoli jinde v průběhu parkování, a to bez přítomnosti a zdržování osob.**

**S konvenčním automobilem je nutno odjet k čerpací stanici, tam koupit drahou energii a všichni cestující musí čekat, až se energie doplní.**

**Je to otravné, jen jsme si na to zvykli, tak to chceme (respektive jsme k tomu manipulování) stejně dělat i u elektromobilů. Ale to není dobré:**

- 1) nejede to tak rychle (22 MW / 8 MW nelze), cestovní rychlost se nácestným (rychlo)nabíjením výrazně snižuje,**
- 2) snaha nabíjet rychle velmi snižuje životnost akumulátoru,**
- 3) snaha nabíjet rychle násobně zvyšuje cenu elektřiny - více platíme za rezervovaný výkon (kW), než za poskytnutou energii (kWh),**
- 4) snaha nabíjet kdykoliv v průběhu dne není v souladu s možnostmi výroby elektřiny – tu je vhodné nakupovat, když je jí dostatek a když je proto levná.**

**Existují veřejné domy, ale doma je to příjemnější, pohodlnější, levnější a jistější, tak proč se někam trmácet, ztrácet spoustu času a platit za to hodně peněz.**

**O veřejných domech se hodně píše, ale nejvíce blaha si lidé užijí doma v ložnicích.**

**S nabíjením elektromobilů je to stejně. V případě nouze poslouží veřejná (rychlo)nabíjecí stanice, ale základ je nabíjet auto, které parkuje a to tam kde parkuje – ať přes noc doma, nebo přes den u pracoviště, v hotelu, ...**

**Jen je potřeba 100 % parkovacích míst vybavit levnými ale chytrými zásuvkami 230 V /16 A. Na dodání energie pro současný střední denní proběh automobilů se spalovacími motory stačí necelé 2 hodiny, pro 95 % jízd postačí čas do 7 h.**

**Elektrárny i distribuční síť umí takové nabíjení zajistit, vyhovuje jim. Prostřednictvím internetu věcí (Průmysl 4.0) se s nimi automobily umějí dohodnout, aby energii dostaly, když jí je dost a když ji nepotřebují jiné spotřebiče. Když se nepere, nežehlí a nevaří. Když je nejlevnější. Informační technologie k tomu existují. Už není 20. století, ale 21. století. Co nezvládne HW, vyřeší SW.**

# Nabíjení při parkování

Pro běžném užívání automobilu k nabíjení plně postačuje čas parkování.

Je smysluplné vybavit všechna (100 %) parkovací místa jednofázovou zásuvkou 230 V 16 A).

Automobil se na principu internetu věcí (Průmysl 4.0) dohodne se sítí a nakoupí svému uživateli elektřinu v době, kdy je nejlevnější.

Má na to 9 hodin pracovní doby nebo 9 hodin nočního klidu, kdy jej jeho uživatel nepotřebuje.

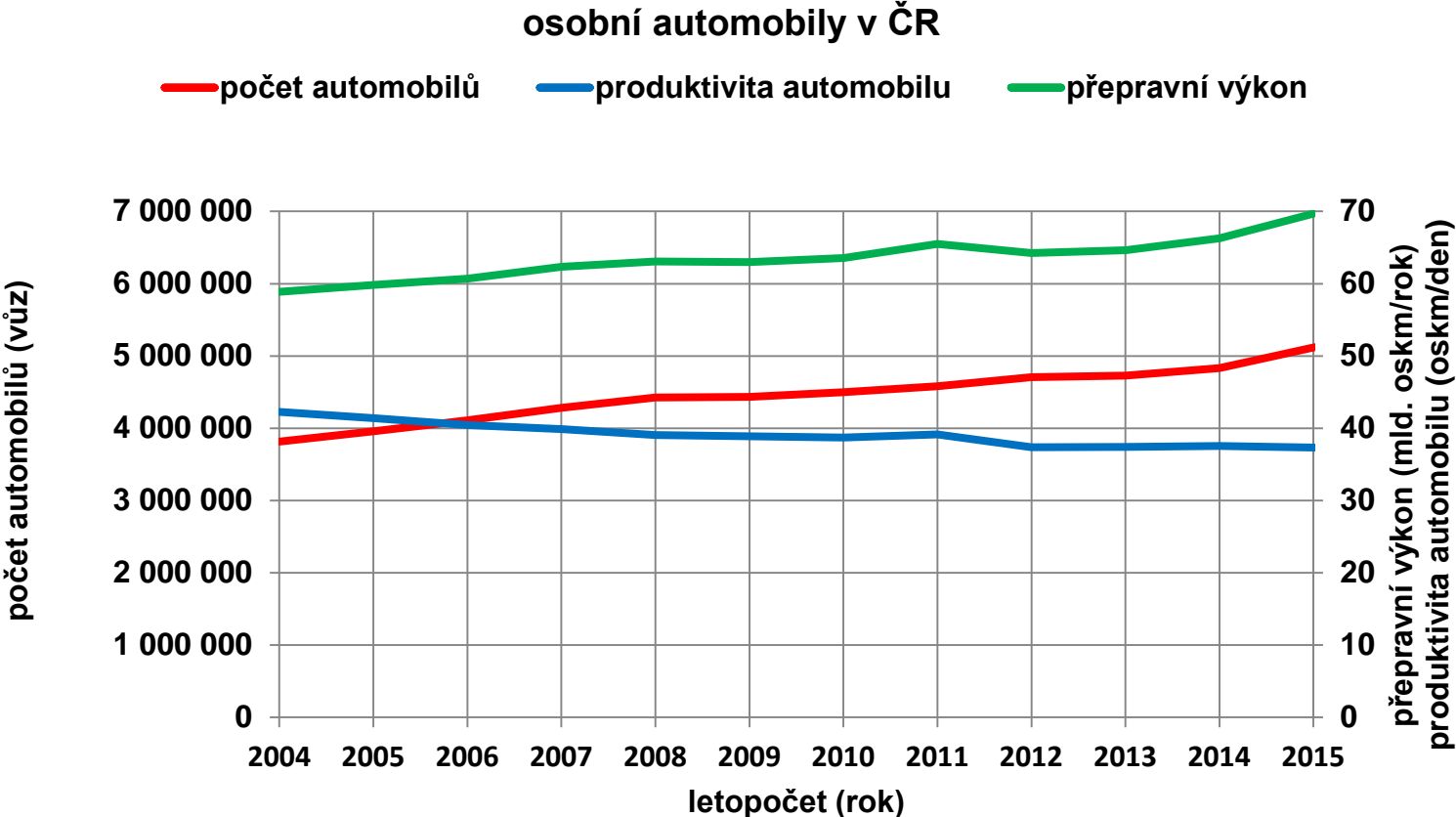
Na průměrnou cestu (32 km) stačí 2 hodiny, na 95 % cest (do 120 km) stačí 7 hodin.

délka cesty	km	32	120
gradient spotřeby z akumulátoru	kWh/100km	20	20
spotřeba	kWh	6	24
měrná energie akumulátoru	kWh/t	220	220
využití akumulátoru	%	80	80
potřebná hmotnost akumulátoru	kg	36	136
účinnost aku a nabíječe	%	90	90
potřebná energie k doplnění	kWh	7	27
doba k nabíjení (noční parkování)	h	9	9
střední příkon	kW	0,79	2,96
napětí	V	230	230
proud	A	3,4	12,9
jmenovitý proud zásuvky	A	16	16
jmenovitý příkon zásuvky	kW	3,68	3,68
limit poskytované energie	kWh	33	33
potřebná doba nabíjení	h	1,93	7,25
zatěžovatel zásuvky	%	21	81

# Produktivita osobních automobilů

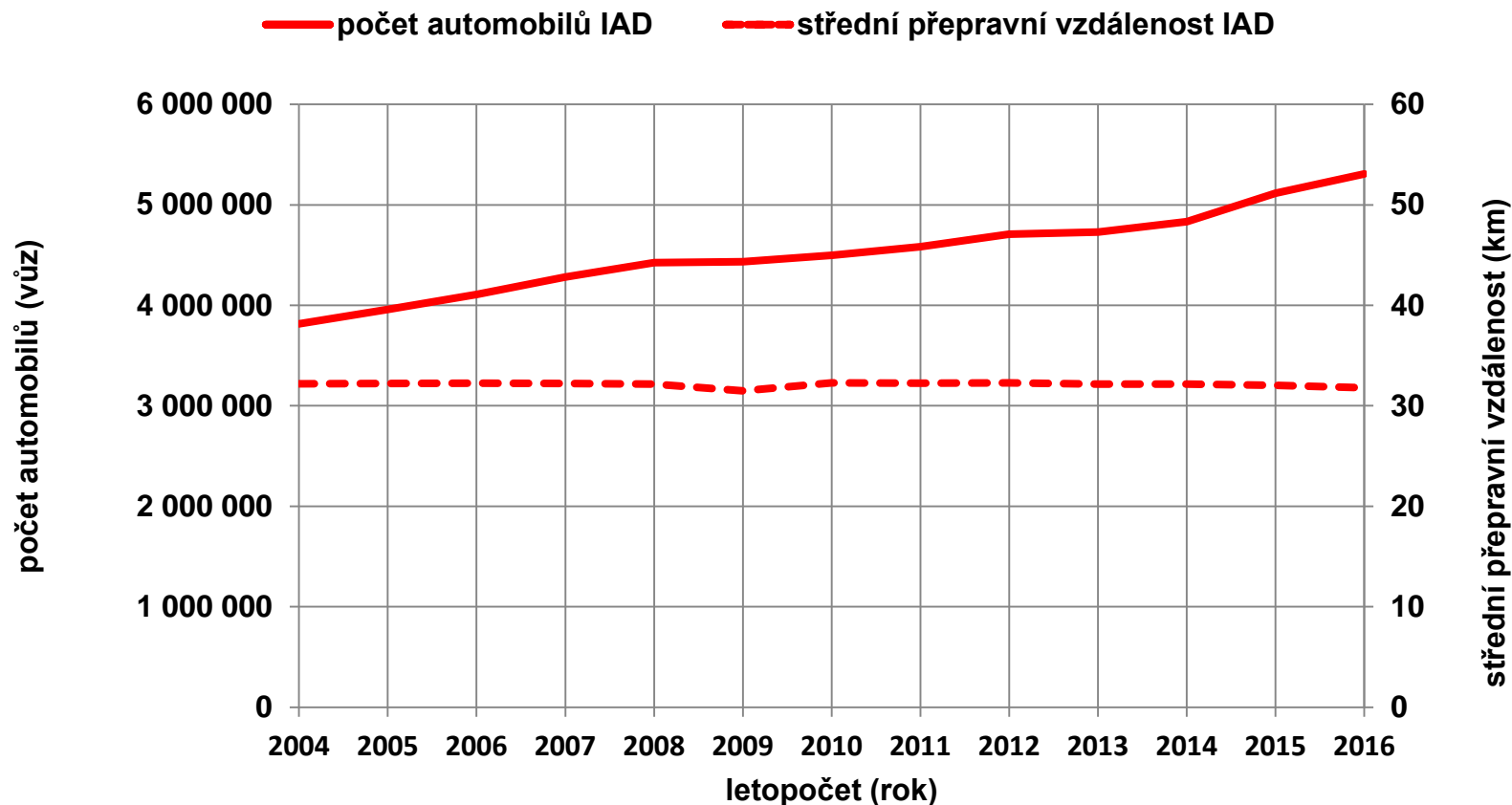


Počet automobilů v ČR roste rychleji, než jejich přepravní výkony.  
Produktivita automobilu postupně klesá (aktuálně: 37 os km/den, tedy cca 29 km/den)  
Lidé si kupují automobily, ale moc s nimi nejezdí.



# Střední přepravní vzdálenost osob automobilem v ČR dlouhodobě stagnuje na hodnotě 32 km

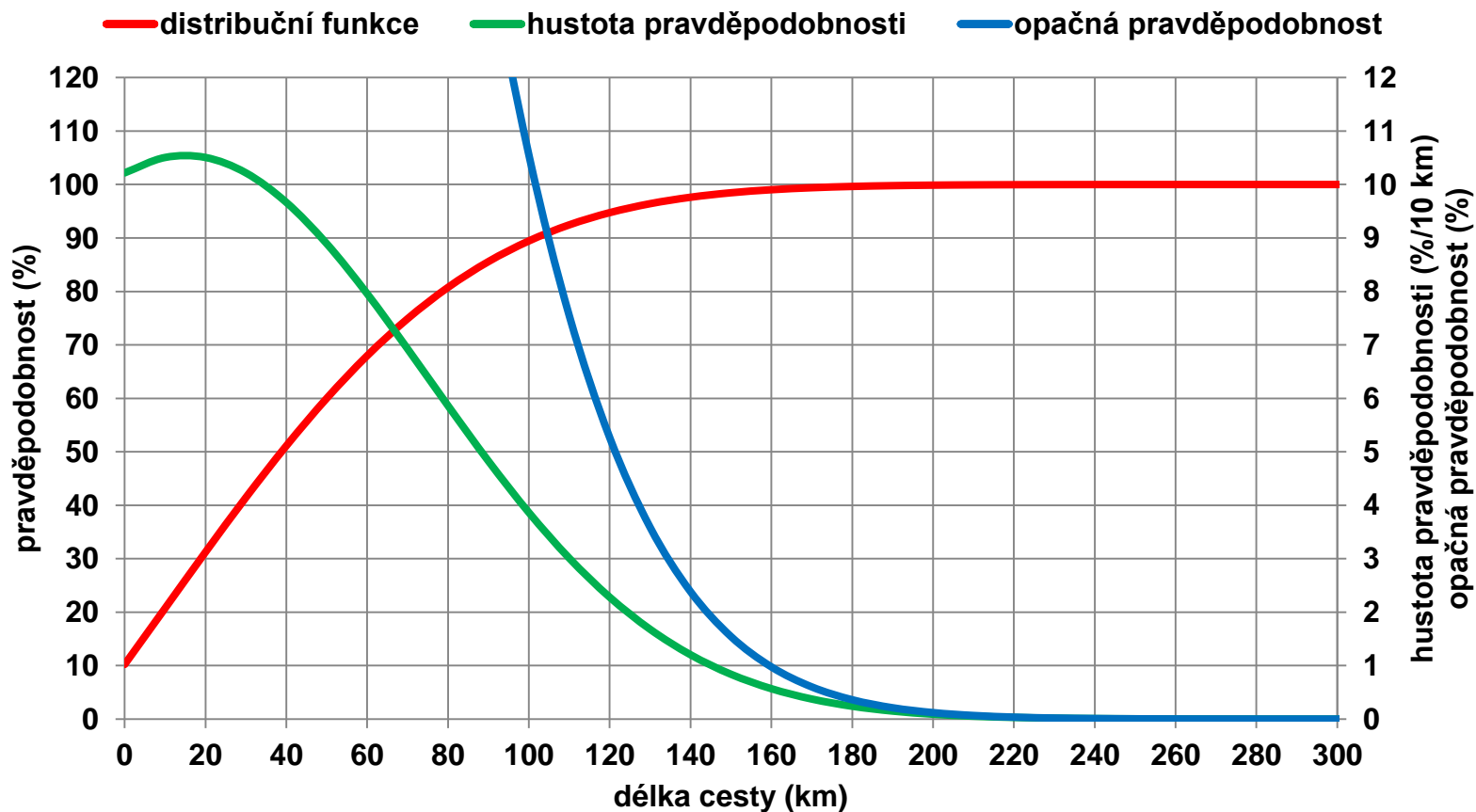
souvislost rozvoje automobilizace se střední přepravní vzdáleností



# Odhad pravděpodobnosti délky cest

Velká většina cest je na krátké vzdálenosti

použití osobního automobilu v ČR (střed 15 km)



# Nabíjení při parkování

Pro běžném užívání automobilu k nabíjení plně postačuje čas parkování.

Je smysluplné vybavit všechna (100 %) parkovací místa jednofázovou zásuvkou 230 V 16 A).

Automobil se na principu internetu věcí (Průmysl 4.0) dohodne se sítí a nakoupí svému uživateli elektřinu v době, kdy je nejlevnější.

Má na to 9 hodin pracovní doby nebo 9 hodin nočního klidu, kdy jej jeho uživatel nepotřebuje.

Na průměrnou cestu (32 km) stačí 2 hodiny, na 95 % cest (do 120 km) stačí 7 hodin.

délka cesty	km	32	120
gradient spotřeby z akumulátoru	kWh/100km	20	20
spotřeba	kWh	6	24
měrná energie akumulátoru	kWh/t	220	220
využití akumulátoru	%	80	80
potřebná hmotnost akumulátoru	kg	36	136
účinnost aku a nabíječe	%	90	90
potřebná energie k doplnění	kWh	7	27
doba k nabíjení (noční parkování)	h	9	9
střední příkon	kW	0,79	2,96
napětí	V	230	230
proud	A	3,4	12,9
jmenovitý proud zásuvky	A	16	16
jmenovitý příkon zásuvky	kW	3,68	3,68
limit poskytované energie	kWh	33	33
potřebná doba nabíjení	h	1,93	7,25
zatěžovatel zásuvky	%	21	81



# Obnovitelné zdroje pro konvenční automobily



<b>Metylester řepkového oleje</b>		
počet osobních automobilů v ČR		5 308 000
roční přepravní výkon osobních automobilův ČR		72 255 000 000
střední obsazení osobního automobilu		1,30
roční běh osobního automobilu	km/rok	10 471
roční běh osobního automobilu	km/den	29
roční běh všech osobních automobilů v ČR		55 580 769 231
měrná spotřeba automobilu	kWh/100km	60
roční spotřeba jednoho automobilu	kWh/rok	6 283
roční spotřeba všech automobilů	kWh/rok	33 348 461 538
denní spotřeba jednoho automobilu	kWh/den	17,2
střední příkon jednoho automobilu	kW	0,717
střední příkon všech automobilů	kW	3 806 902
intenzita slunečního záření	W/m2	1 000
roční součinitel využití špičkového výkonu	%	12
roční energie záření	kWh/ha/rok	10 512 000
výnos řepky	kg/ha/rok	3 200
podíl metylesetru na celkové hmotnosti	%	55
hrubá produkce metylesteru řepkového oleje	kg/ha/rok	1 760
výchřevnost metylesteru řepkového oleje	kWh/kg	12
hrubá produkce energie netylesteru řepkového oleje	kWh/ha/rok	21 120
vlastní spotřeba	%	60
čistá produkce energie metylesteru řepkového oleje	kWh/ha/rok	8 448
stupeň využití primární energie	%	0,080
podíl biosložky	%	6
roční spotřeba aut biosložka	kWh/rok	2 000 907 692
potřebná plocha řepkových polí pro biosložku	ha	236 850
plocha orné půdy v ČR	ha	3 000 000
k ploše orné půdy	%	8
roční spotřeba aut bionafta	kWh/rok	33 348 461 538
potřebná plocha řepkových polí pro bionafta	ha	3 947 498
k ploše orné půdy	%	132

Rozloha orné půdy v ČR nestačí nato, aby produkovala biopaliva pro úplnou náhradu fosilních paliv pro osobní automobily.

# Obnovitelné zdroje pro elektrické automobily



Elektrina FV		
počet osobních automobilů v ČR		5 308 000
roční přepravní výkon osobních automobilů v ČR		72 255 000 000
střední obsazení osobního automobilu		1,30
roční běh osobního automobilu	km/rok	10 471
roční běh osobního automobilu	km/den	29
roční běh všech osobních automobilů v ČR		55 580 769 231
měrná spotřeba automobilu z distribuční sítě	kWh/100km	22
roční spotřeba jednoho automobilu	kWh/rok	2 304
roční spotřeba všech automobilů	kWh/rok	12 227 769 231
denní spotřeba jednoho automobilu	kWh/den	6,31
střední příkon jednoho automobilu	kW	0,263
střední příkon všech automobilů	kW	1 395 864
účinnost měničů a rozvodů	%	94
roční součinitel využití špičkového výkonu	%	12
špičkový výkon FV	kWp	2,33
účinnost FV přeměny	%	20
intenzita slunečního záření	W/m2	1 000
potřebná plocha FV	m2	12
součinitel využití plochy	%	67
potřebná plocha pole	m2	17
stupeň využití primární energie	%	12,6
poměr vůči metylesteru		157
měrná cena FV	Kč/kW	30 700
investice na jedno auto	Kč	71 572
investice pro všechna auta	Kč	379 902 720 482
plocha pole pro všechna auta	ha	9 235
plocha orné půdy v ČR	ha	3 000 000
k ploše orné půdy	%	0,31
osevná plocha řepky v ČR	ha	400 000
k ploše osevné plochy řepky	%	2,31
osevná plocha řepky v ČR pro 6 % bisložku v naftě	ha	236 850
k ploše pro biosložku v motorové naftě	%	3,90
poměr ploch		26
osevná plocha řepky v ČR pro 100 % bionaftu	ha	3 947 498
k ploše pro 100 % bionaftu	%	0,23
poměr ploch		427

Zřízení FV elektráren na libovolné nepotřebné ploše odpovídající 2,3 % současné osevní plochy řepky zajistí výrobu elektřiny pro 100 % náhradu osobních automobilů v ČR elektromobily. Nepotřebná řepková pole lze zalesnit.

K tomu potřebná investice (380 miliard Kč) je jen 63 % z hodnoty 600 miliard Kč, kterou ČR podmiňuje zavedení Zimního energetického balíčku EU.

## **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 zdraví 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.**

## Změna chování obyvatelstva

**Starší generace, která vyrostla v dobách hospodářské chudoby války a nepovedeného experimentu se společenským vlastnictvím inklinovala k majetku. Jejím cílem bylo šetřit a hromadit majetek. Vlastnit chatu, auto, ...**

**Mladší generace, která vyrostla v době hospodářského blahobytu nemá potřebu ani šetřit, ani hromadit majetek. Chce si volně užívat život, nechce ztrácet čas péči o majetek a nést odpovědnost za majetek.**

**Aristoteles: bohatství není ve vlastnictví, ale v používání**

**⇒ sdílená ekonomika se rozšiřuje i do oblasti automobilů**

**⇒ existuje nejen tradiční veřejná hromadná doprava a privátní individuální doprava, ale vzniká i nový fenomén - veřejná individuální doprava jako doplněk veřejné hromadné dopravy v méně četných a méně pravidelných relacích**

# Také na kole (nejen v Poděbradech, ale i v Liberci)

## Elektromobilita

**Rozvoj lithiových akumulátorů přinesl revoluci i v cyklistické dopravě.**

**Vlivem posílení výkonu lidského těla (běžně 60 W) o výkon malého elektrického trakčního motoru se cyklistická doprava dynamicky rozšiřuje nejen v rovinatých městech, kde již má stoletou tradici, ale i ve městech s náročným kopcovitým terénem, kde dosud lidé obyčejné jízdní kolo moc nepoužívali.**

**Díky podpoře elektrického pohonu se jízdní kolo stává dopravním prostředkem i tam, kde dřív bylo spíš jen sportovním nářadím.**

**Přichází nová velmi silná vlna rozšiřování cyklistiky.**

**Ve Švýcarsku tvoří elektrokola 50 % prodeje jízdních kol.**

# Také na kole (nejen v Poděbradech, ale i v Liberci)

## Elektromobilita

**Rozvoj lithiových akumulátorů přinesl revoluci i v cyklistické dopravě.**

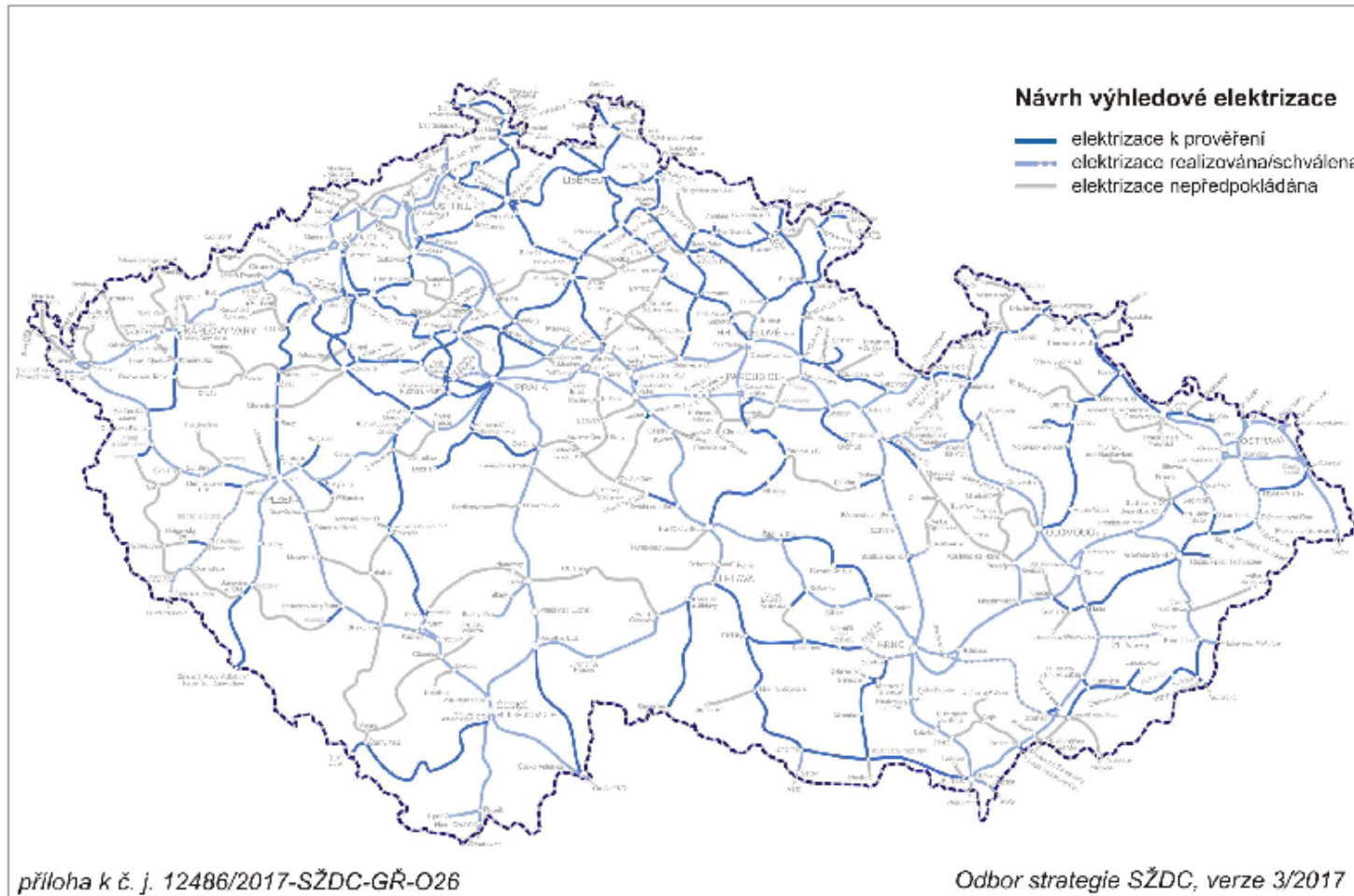
**Vlivem posílení výkonu lidského těla (běžně 60 W) o výkon malého elektrického trakčního motoru se cyklistická doprava dynamicky rozšiřuje nejen v rovinatých městech, kde již má stoletou tradici, ale i ve městech s náročným kopcovitým terénem, kde dosud lidé obyčejné jízdní kolo moc nepoužívali.**

**Díky podpoře elektrického pohonu se jízdní kolo stává dopravním prostředkem i tam, kde dřív bylo spíš jen sportovním nářadím.**

**Přichází nová velmi silná vlna rozšiřování cyklistiky.**

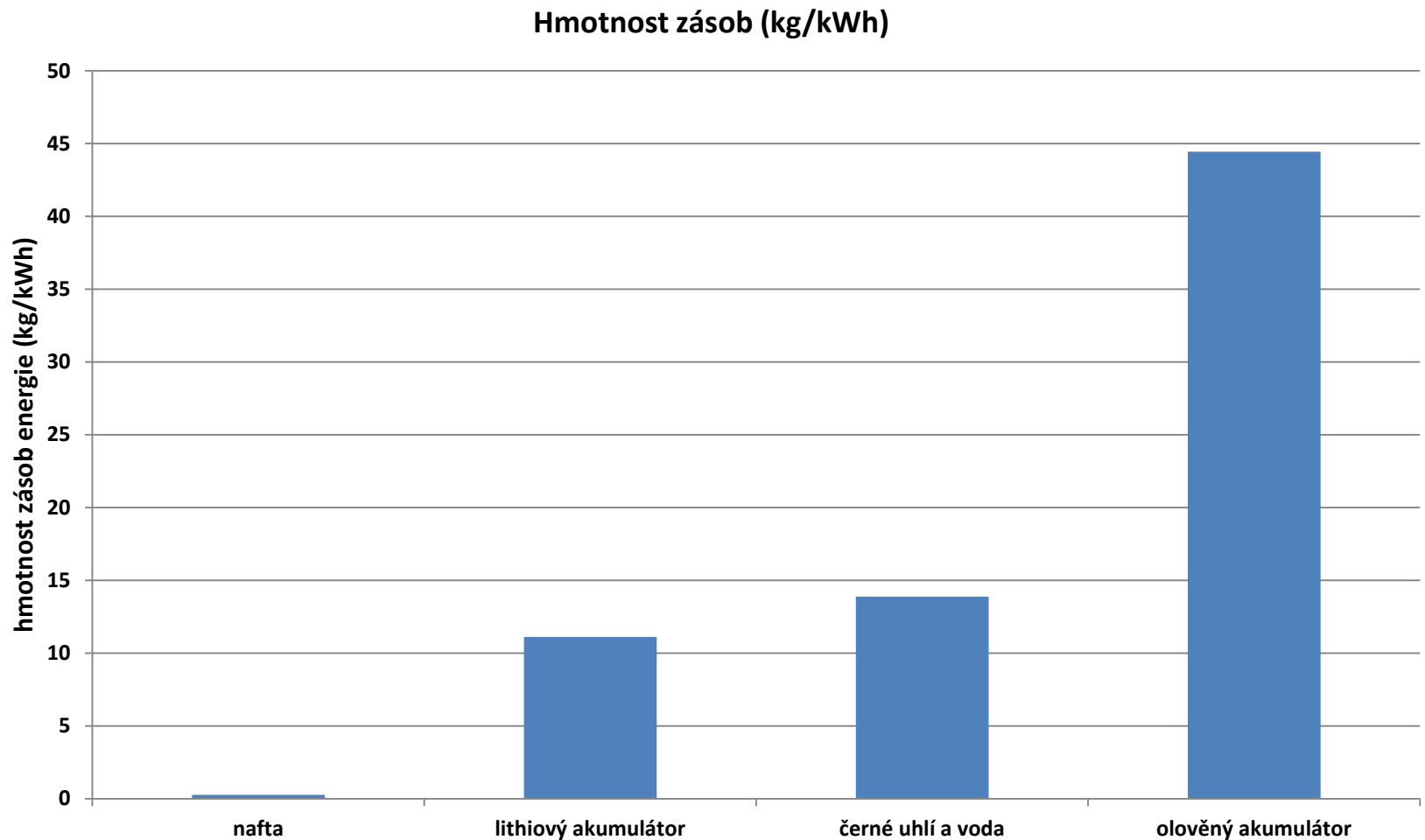
**Ve Švýcarsku tvoří elektrokola 50 % prodeje jízdních kol.**

# 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.

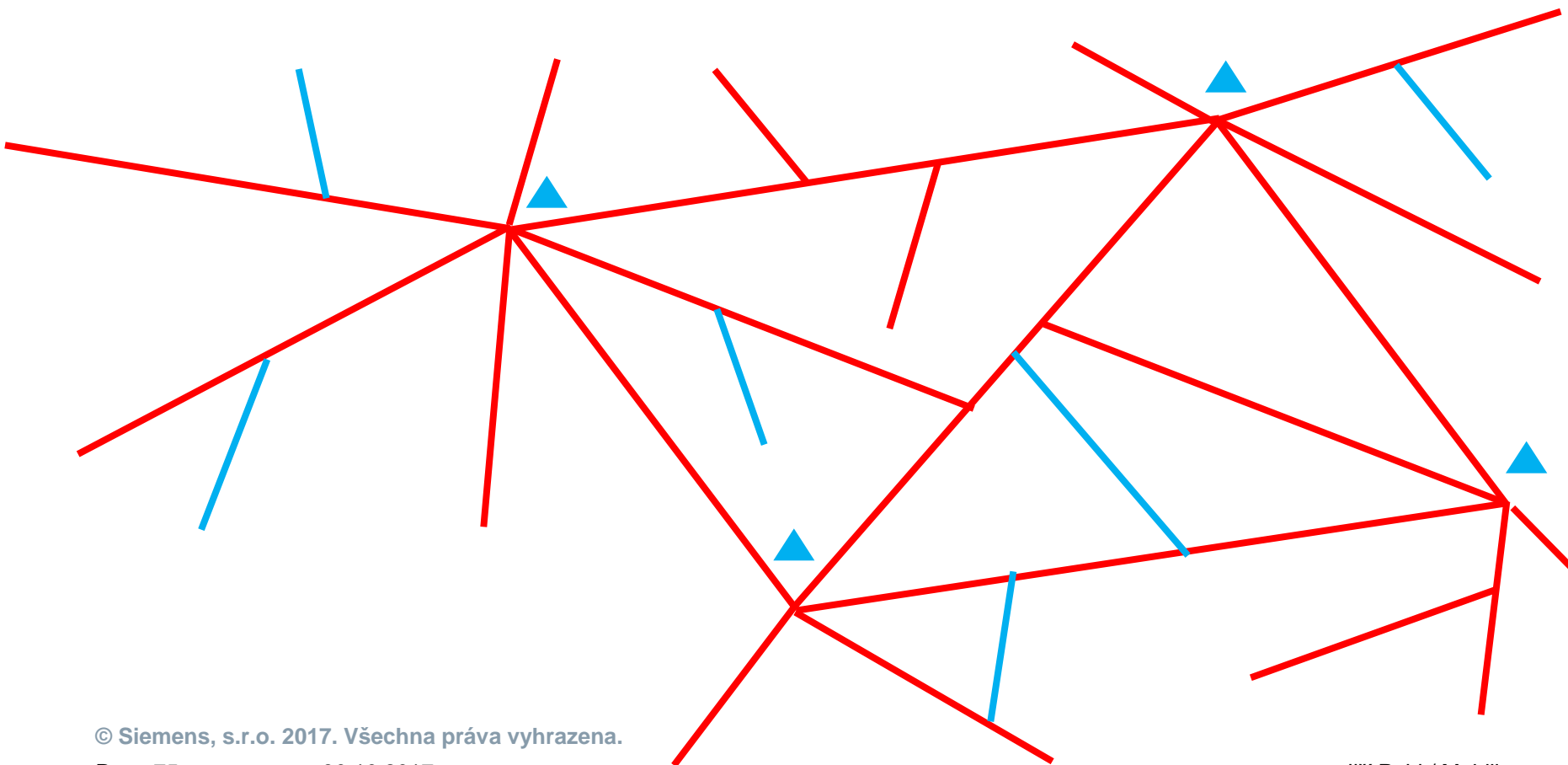
### Přednosti:

- 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**

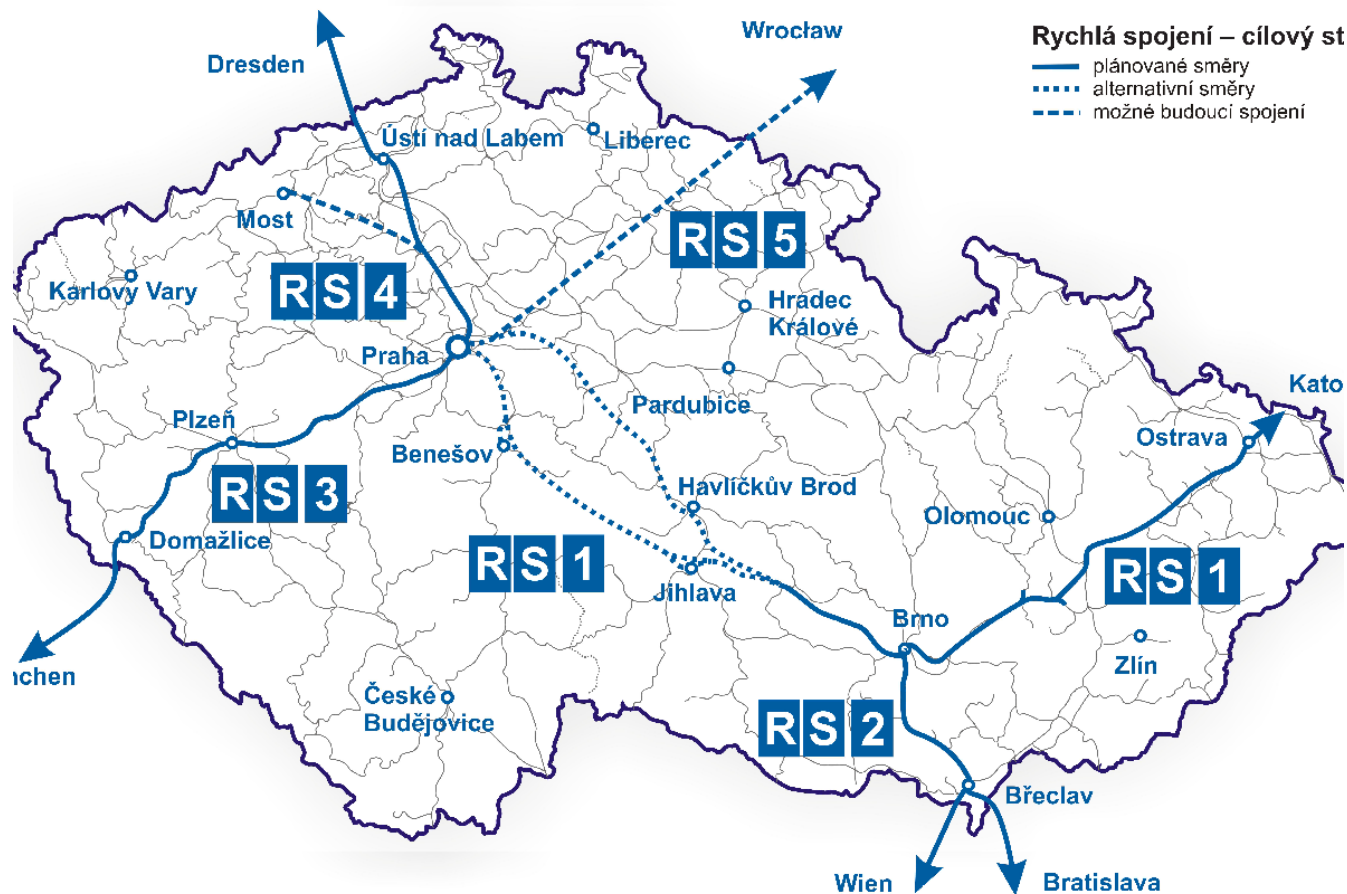


**Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR  
Usnesení č. 1583 ze dne 2.3. 2017**

**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.**

# Jsme tu pro Vás



**Vybrali jste si jako své příští povolání dopravu.**

**Blahopřeji Vám, je to skvělá volba.**

**Budete však řešit jinou dopravu, než jako známe dnes, ta brzy skončí.**

**Vaším posláním je vytvořit a uvést v život udržitelnou multimodální mobilitu, Dopravu 4.0.**

**Musíte se k tomu naučit propojit dopravu se sociální geografií, energetikou, klimatem, životním prostředím i ekonomikou.**

**Doprava je aplikovaná matematika a aplikovaná fyzika.**

**Učte se je pilně, budete je potřebovat, jsou pro Vás důležitými nástroji ke zvládnutí odborných znalostí.**

**Vaše studium není snadné, nutně potřebuje motivaci. Hledejte ji v dopravě i v průmyslu, hledejte ji u nás starších. Rádi Vám pomůžeme.**

**Neboje se přijít do provozu a továren a zeptat se nás, rádi Vám poradíme témata Vašich studentských prací, poskytneme konzultace, praxe či stipendium. Máme zájem studenta vést a orientovat, a to již od 1. ročníku. Ale i nás to něco stojí, proto preferujeme cílevědomý partnerský vztah.**



**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](mailto:jiri.pohl@siemens.com)

**siemens.cz**