

A modern, blue and silver high-speed train is stopped at a station platform. The platform has a glass and metal structure with a blue-tinted roof. Several people in traditional Middle Eastern attire are visible on the platform. The train is sleek and aerodynamic, with large windows and a prominent nose.

SIEMENS
Ingenuity for life

Bezemisní veřejná doprava

Smart City Praha – Čistá mobilita | 19. 9. 2016

© Siemens, s.r.o. 2016. Všechna práva vyhrazena.

siemens.cz/mobility

New York, 22.4. 2016: Podpis klimatické dohody OSN (zástupci 175 zemí)

SIEMENS

- **Generální tajemník OSN Ki-mun:**
„Svět závodí s časem. Skončila éra bezstarostné spotřeby.“
- **Americký ministr zahraničí John Kerry:**
„Svět vyrazil do vítězné války proti uhlíkovým emisím“

**To nejsou hesla aktivistů protestujících proti vládcům světa.
To jsou výroky vládců světa.**

**Za ČR podepsal dohodu ministr životního prostředí Richard Brabec
Nyní se chystá její ratifikace orgány státní moci ČR. Souběžně je
Ministerstvem životního prostředí připravován antifosilní zákon.**

Zastavení klimatických změn

▪ Situace

Klimatické změny se staly realitou, střední teplota ovzduší na zemi se již zvýšila o cca 1 °C.

▪ Příčina

Spalováním fosilních paliv se veškerý v nich obsažený uhlík přesunul z podzemí na oblohu. Obsah CO₂ v zemském obalu vzrostl z původní hodnoty 3 500 miliard t (280 ppm) na současných 5 000 miliard t (400 ppm). Tepelněisolační schopnost zemského obalu se zvýšila (skleníkový efekt).

▪ Rozhodnutí (Paříž, 12.12.2015)

Zastavit oteplování Země na hodnotě 1,5 až 2 °C.

▪ Řešení (jediné možné)

Přestat používat fosilní paliva .

Uhlíková stopa

Realita procesu hoření:

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

Vznik molekuly CO₂: k atomu uhlíku (at. hm. 12) jsou přidány 2 atomy kyslíku (at. hm. 16) a vznikne molekula oxidu uhličitého (mol. hm. 44).

Poměr hmotností CO₂ a C: $44/12 = 3,67$

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

Jedinou cestou ke zamezení antropogenní produkce CO₂ je nespalovat žádná fosilních paliva.

Důsledky spalování fosilních paliv

Podle zákona zachování hmoty se uhlík obsažený ve fosilních palivech spalováním neztrácí, jen se stěhuje z podzemí na oblohu .

Koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu roste.

Z výchozí hodnoty 280 ppm (ještě v 18. století), tedy 3 500 miliard tun CO₂, se postupně zvyšuje.

Aktuálně (rok 2016) již dosahuje cca 400 ppm 5 000 miliard tun CO₂).

Oxid uhličitý, podobně jako ostatní skleníkové plyny, propouštějí na zemi sluneční záření, ale absorbují tepelné záření vycházející ze země do vesmírného prostoru.

Nejde jen o růst střední teploty, ale o růst výkyvů (pěkně to ilustrují statistiky pojišťoven – roste riziko poškození věcí přírodními vlivy).

Známé zásoby fosilních paliv

potenciál uhlíkové stopy (ověřené zásoby fosilních paliv)												
palivo	výchozí (1700)			dosud (2015)			ještě k dispozici			celkem		
	produkce mld. t CO ₂	koncentrace ppm CO ₂	oteplení °C	produkce mld. t CO ₂	koncentrace ppm CO ₂	oteplení °C	produkce mld. t CO ₂	koncentrace ppm CO ₂	oteplení °C	produkce mld. t CO ₂	koncentrace ppm CO ₂	oteplení °C
uhlí	0	0	0,00	770	62	0,49	1 900	152	1,22	2 670	214	1,71
ropa	0	0	0,00	520	42	0,33	600	48	0,38	1 120	90	0,72
plyn	0	0	0,00	210	17	0,13	1 000	80	0,64	1 210	97	0,77
fosilní celkem	0	0	0,00	1 500	120	0,96	3 500	280	2,24	5 000	400	3,20
základní	3 500	280	0,00	3 500	280	0,00	0	0	0,00	3 500	280	0,00
výsledná	3 500	280	0,00	5 000	400	0,96	3 500	280	2,24	8 500	680	3,20

Spálení dosud známých geologických zásob fosilních paliv vede ke zvýšení střední teploty Země vůči době předindustriální o 3,2 ° C.

To je více, než připouštějí limity dohodnuté na konferenci v Paříži (1,5 až 2 ° C).

Mají – li být dodrženy dohody z Paříže, nebude možno vyčerpat ani dosud známé zásoby fosilních paliv (klimatické limity jsou přísnější, než geologické).

Začaly závody producentů o výprodej zásob.

Poselství nízkých cen:

nakupujte u nás, nešetřete, neinvestujte do obnovitelných zdrojů!

Uhlíková stopa ČR

Energetická náročnost průměrného občana ČR je charakterizována denní spotřebou 134 kWh primární energie.

Z toho 76 % činí fosilní paliva:

- černé uhlí 13 kWh/den,
 - hnědé uhlí..... 36 kWh/den
 - ropné produkty ... 24 kWh/den
 - zemní plyn 28 kWh/den
- Celkem 102 kWh/den

To odpovídá stálému hoření ohně o výkonu 4,25 kWh.

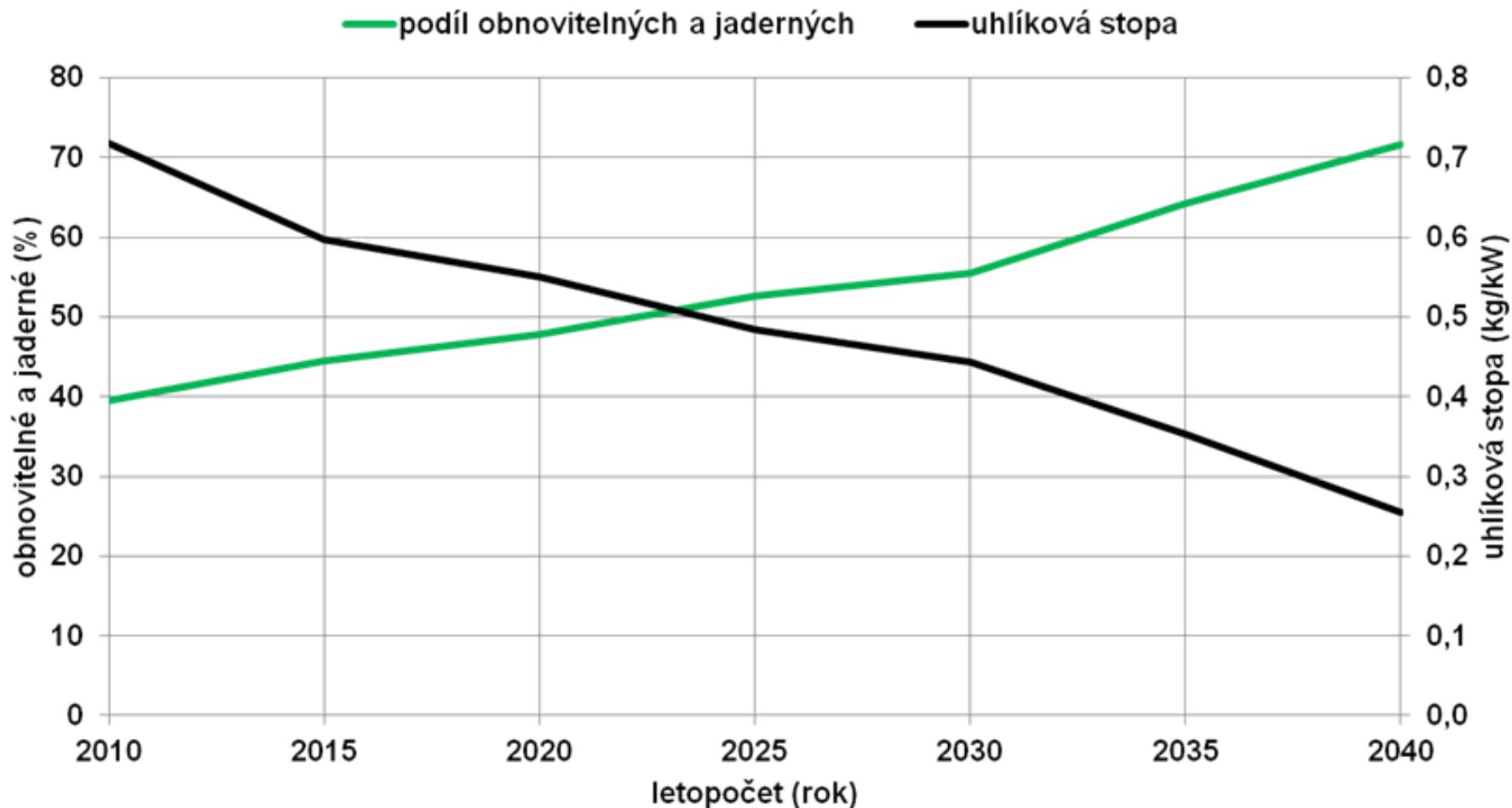
Výsledkem je denní produkce 30 kg CO₂, tedy 11,1 t na obyvatele za rok.

Pro srovnání:

- průměr EU: 7,4 t CO₂/obyvatele/rok
- Čína: 6,2 t CO₂/obyvatele/rok
- svět: 4,4 t CO₂/obyvatele/rok

Předpoklad vývoje uhlíkové stopy elektrické energie v ČR

SEK ČR: struktura výroby elektrické energie a uhlíkové stopy elektrické energie



Energie pro dopravu

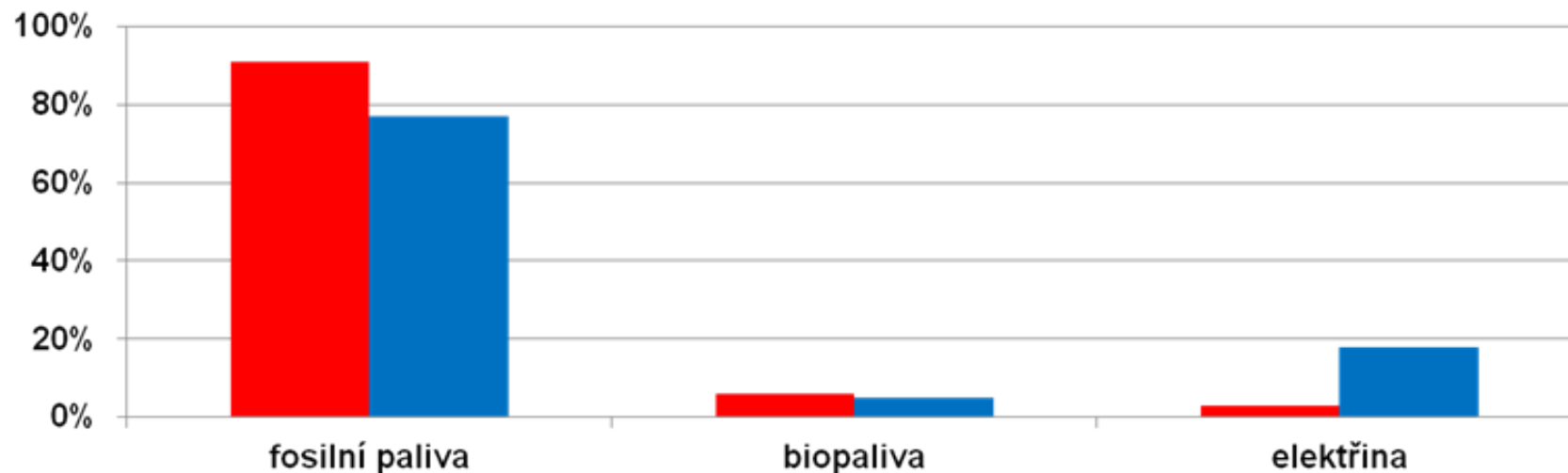
Konečná spotřeba energie činí v ČR 83 kWh/obyvatele/den.
Z toho 21 % je podíl dopravy se spotřebou 18 kWh/obyvatele/den.

Struktura spotřeby energie pro dopravu :

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

ČR: struktura energií pro dopravu

■ spotřeba energie ■ přepravní výkon



Energetická náročnost mobility

Možnosti volby

I. valivý odpor $F_v = f_v \cdot m \cdot g$

a) pneumatika/vozovka: $f_v = 0,008$ (z bezpečnostních důvodů nelze snížit),

b) ocelové kolo/ocelová kolejnice: $f_v = 0,001$

II. aerodynamický odpor $F = 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2$

a) individuální doprava: za čelní plochou S jsou umístěny 2 řady sedadel,

b) hromadná doprava: za čelní plochou S je umístěno 15 řad sedadel (bus),
respektive 250 řad sedadel (vlak)

III. účinnost motoru

a) spalovací motor: cca 36 % (téměř výhradně fosilní paliva – ropa a zemní plyn),

b) elektrický motor: cca 92 % (elektrická energie vyrobitelná i z obnovitelných zdrojů)

Energetická náročnost mobility

Měrná spotřeba energie je dána podílem fyzikální a dopravní práce:

$$e = A / D = F \cdot L / (m \cdot L) = F / m \text{ (kWh/tkm, respektive kWh/os. km)}$$

Měrná spotřeba energie závisí na valivém tření ($F_v = f_v \cdot m \cdot g$), aerodynamickém odporu ($F_a = 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2$) a účinnosti pohonů (η):

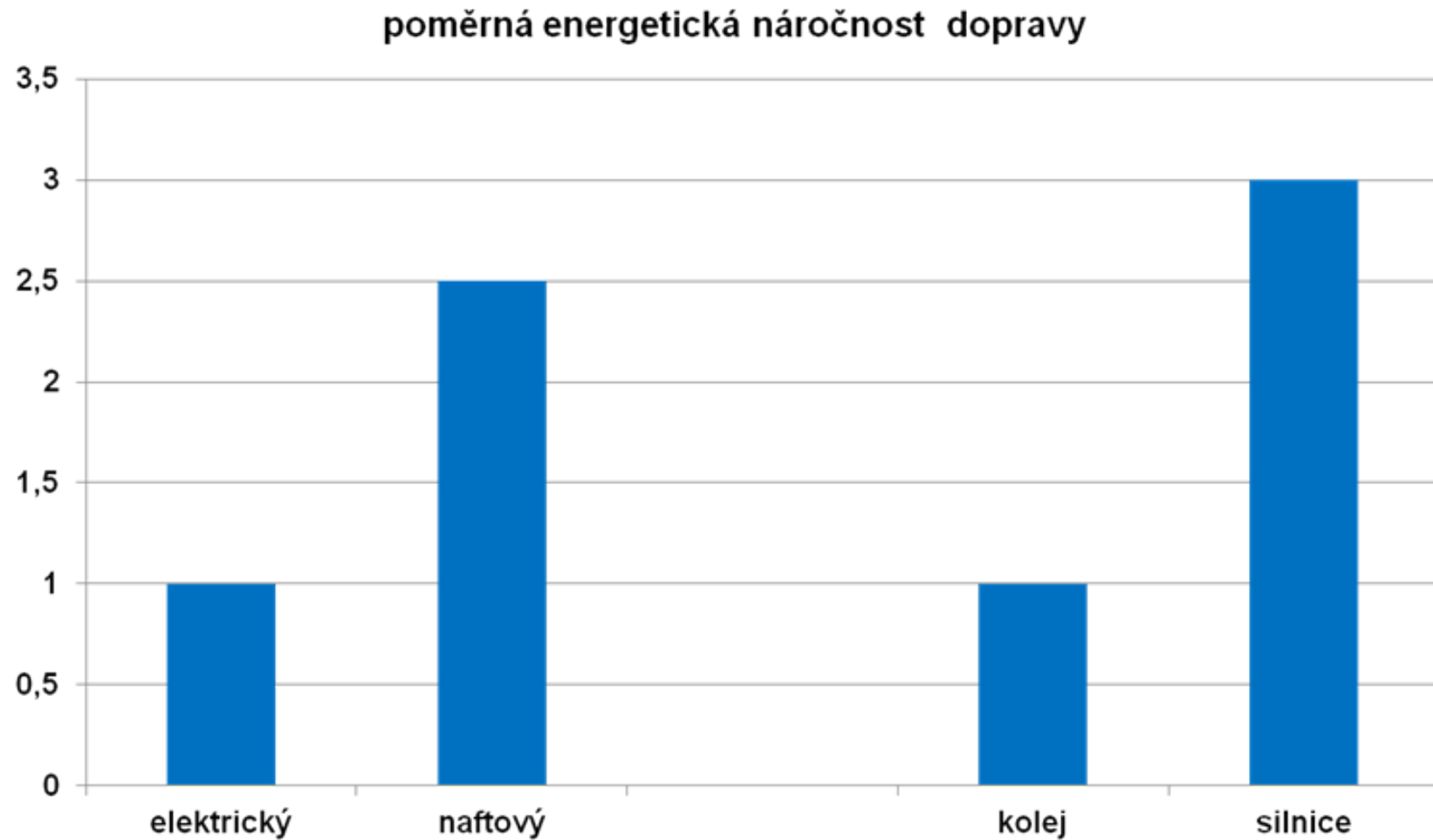
$$e = F / \eta = (F_v + F_a) / \eta = (f_v \cdot m \cdot g + 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2) / \eta$$

Ideální vozidlo:

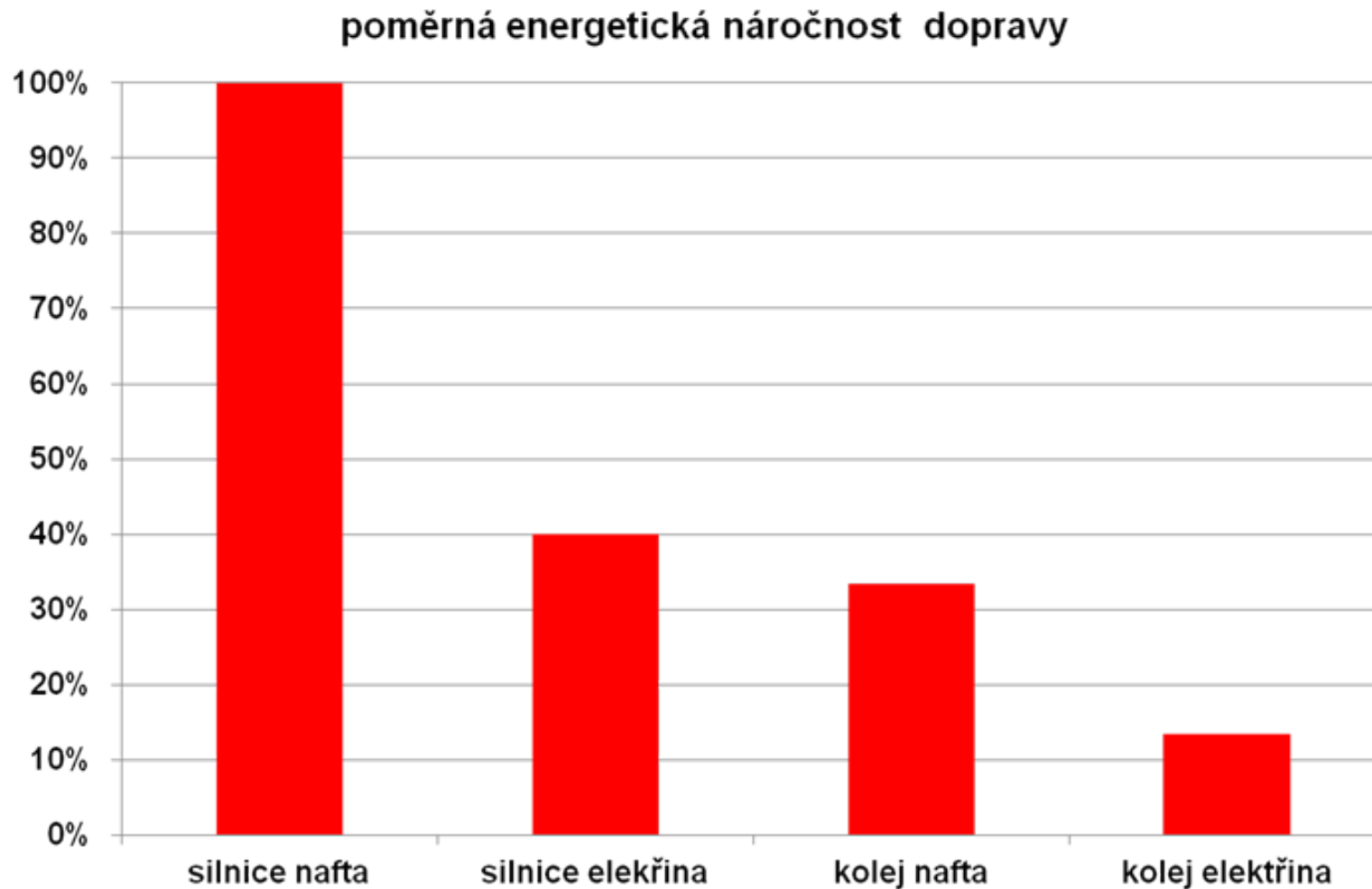
- nízký součinitel valivého odporu f_v (tvrdá kola, tvrdá jízdní dráha),
- štíhlý aerodynamický tvar $C_x \cdot S$ (nikoliv individuální, ale hromadná doprava),
- vysoká účinnost pohonu η



Energetická náročnost mobility

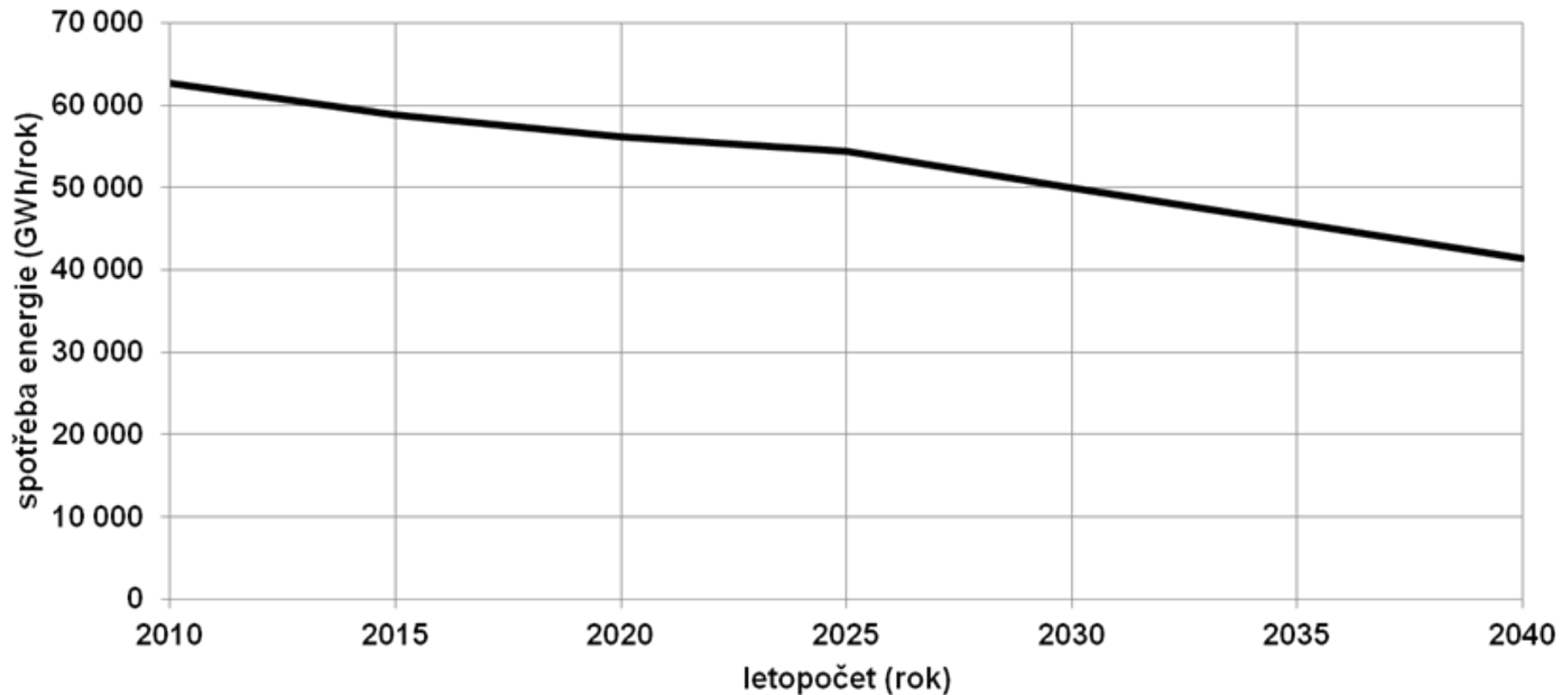


Energetická náročnost mobility



Usnesení vlády ČR č. 362/2015 Státní energetická koncepce ČR

Roční spotřeba ropných produktů v dopravě v ČR



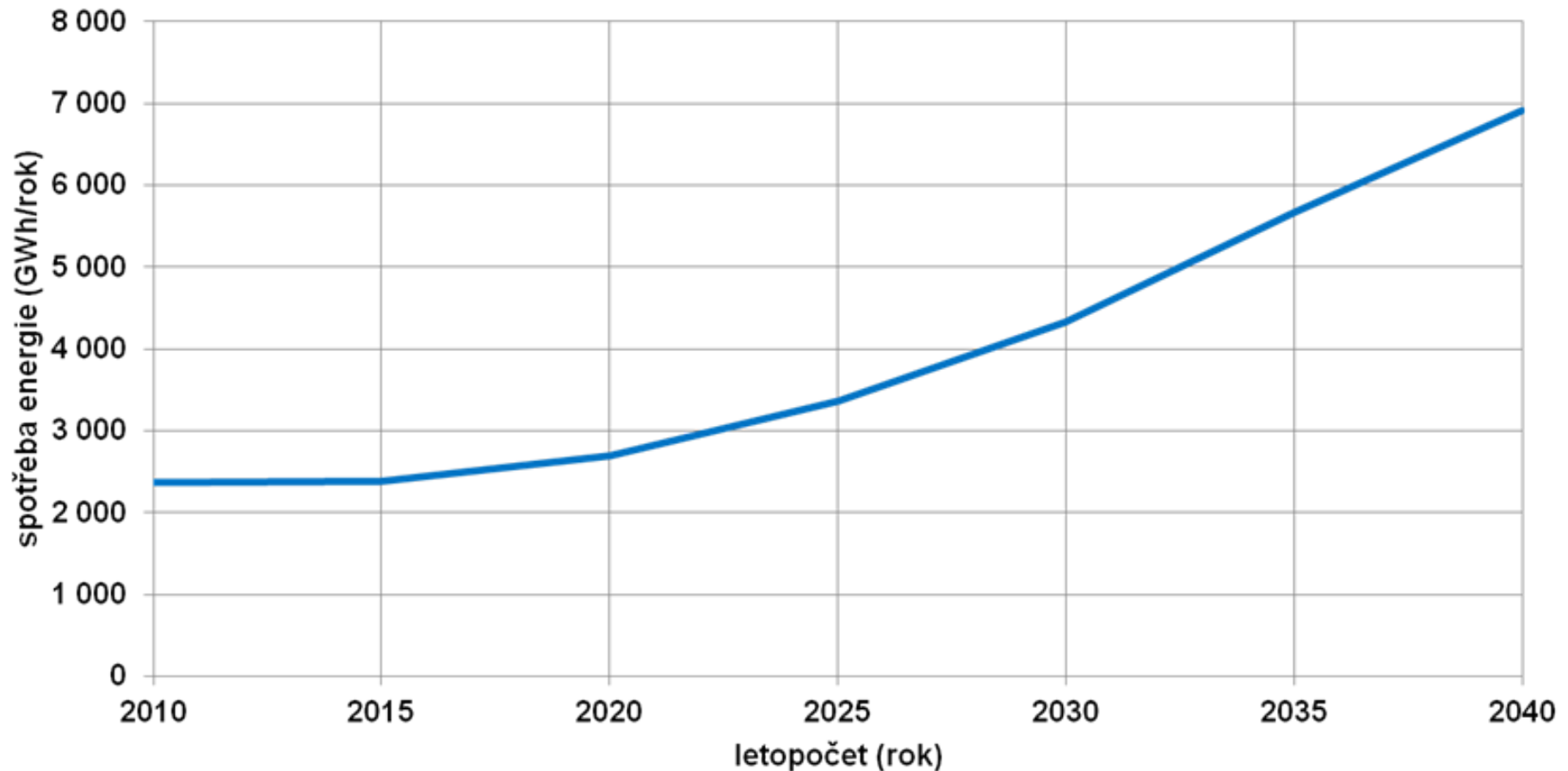
Úkol pro dopravu: snížit do roku 2030 spotřebu ropných paliv o 9 miliard kWh/rok

Usnesení vlády ČR č. 362/2015

Státní energetická koncepce ČR

SIEMENS

ASEK 2014: elektrická energie pro dopravu v ČR



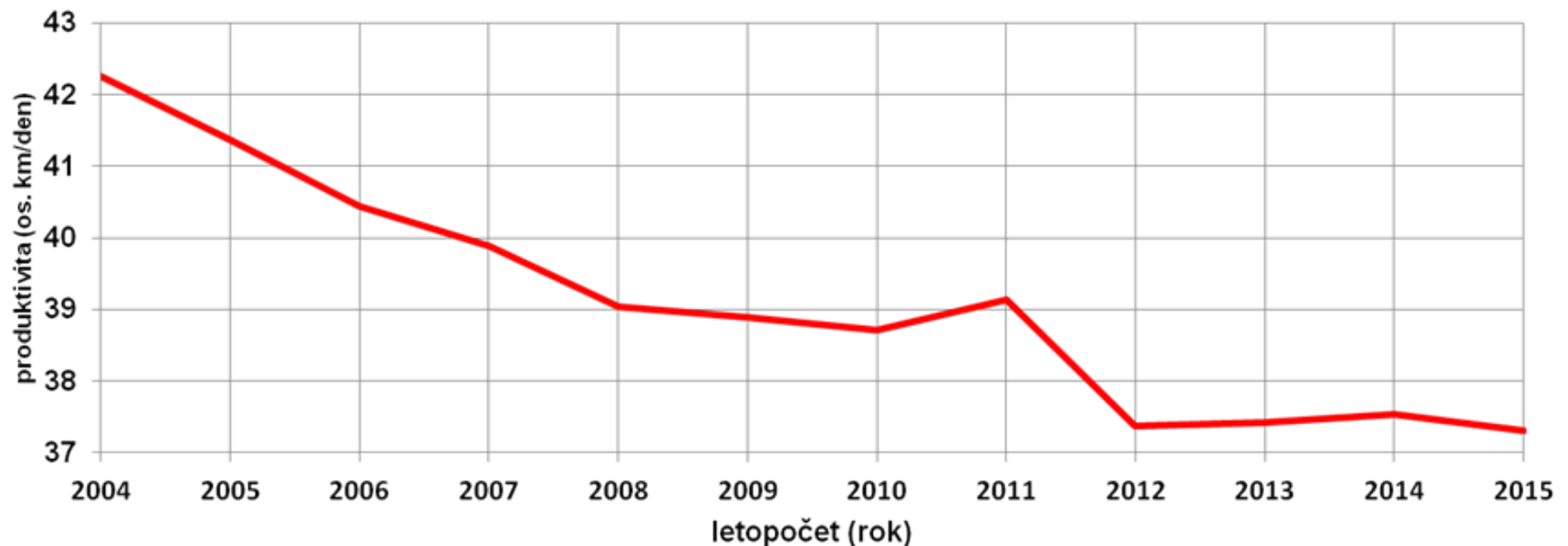
Úkol pro dopravu: do roku 2030 zvýšit uplatnění elektřiny v dopravě o 1,9 mld. kWh/rok

Kontinuální pokles produktivity osobních automobilů registrovaných v ČR (MD ČR: Ročenka dopravy 2015)

SIEMENS

rok		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
přepravní výkon	mil. os. km	58 887	59 819	60 682	62 346	63 078	63 000	63 570	65 490	64 260	64 650	66 260	69 705
počet automobilů		3 815 547	3 958 708	4 108 610	4 280 081	4 423 370	4 435 052	4 496 232	4 581 642	4 706 325	4 729 185	4 833 386	5 115 316
produktivita automobilu	os.km/den	42,3	41,4	40,4	39,9	39,0	38,9	38,7	39,1	37,4	37,4	37,5	37,3

produktivita osobního automobilu v ČR



Roste počet automobilů, ale stagnují přepravní výkony – klesá produktivita. Průměrný automobil je v ČR denně využíván méně než půl hodiny, tzn. 23,5 h denně překáží.

© Siemens, s.r.o., Divize Mobility 2016 . Všechna práva vyhrazena.

Meze použitelnosti individuální automobilové dopravy

Individuální automobilová doprava může být doplňkovým, nikoliv základním dopravním systémem:

- vysoká energetická náročnost (odpor valení, aerodynamika),
 - závislost na ropných palivech,
 - nepříznivé environmentální dopady,
 - nízké využití investic vložených do dopravních prostředků (ČR: 24 minut ze 24 hodin)
 - nevyužití (ztráta) času stráveného cestováním.
- => automobily lidem 2 % času slouží a 98 % je obtěžují**

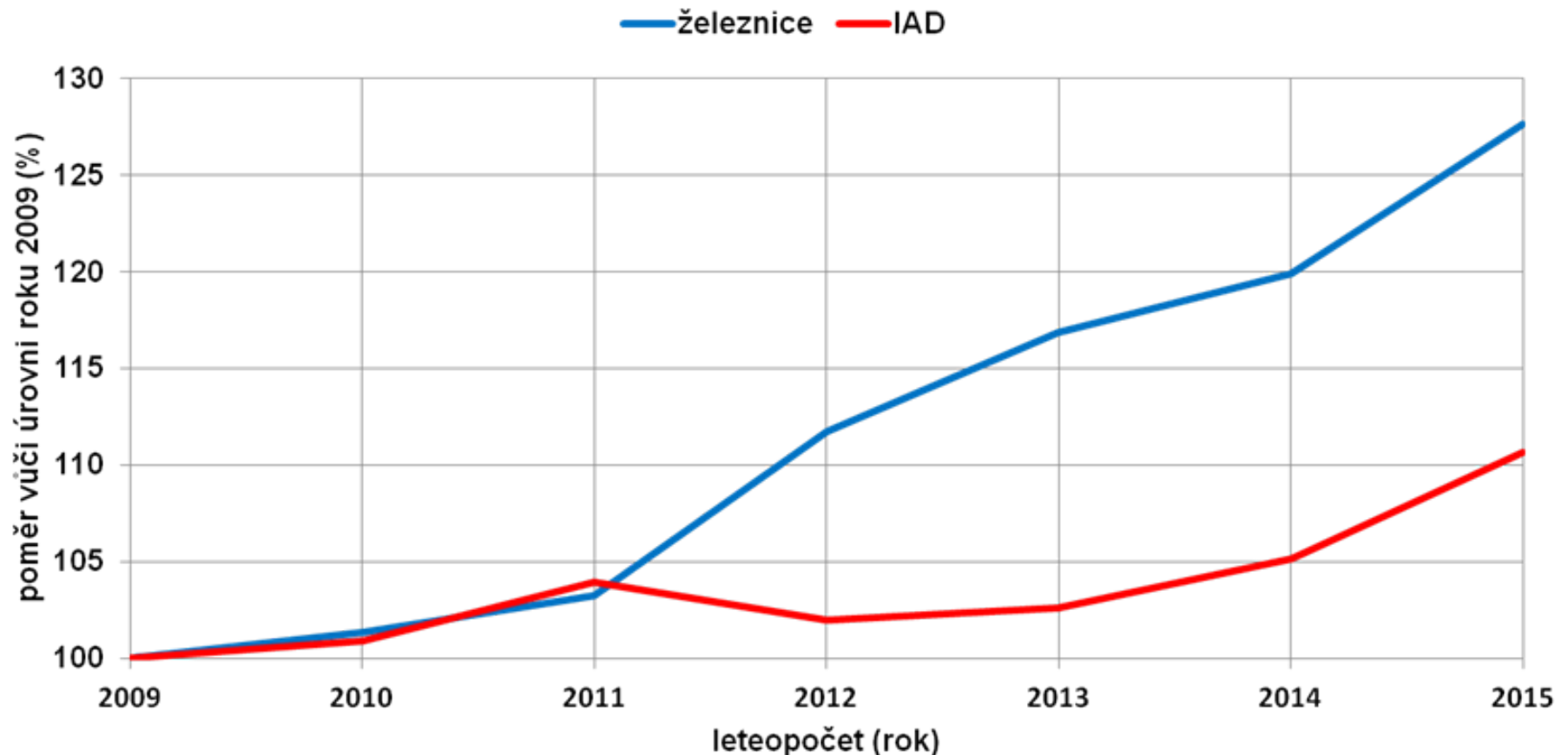
Individuální automobilová doprava je:

- investičně a provozně drahá,
- časově náročná,
- energeticky náročná, nepříznivá vůči přírodě a životnímu prostředí.

Proto má smysl ji aplikovat tam a jenom tam, kde se pro slabost a nepravidelnost přepravních proudů nevyplatí budovat hromadnou dopravu.

Odezva cestujících na zkvalitnění železnice

ČR: vývoj přepravních výkonů osobní dopravy (os km) vůči roku 2009



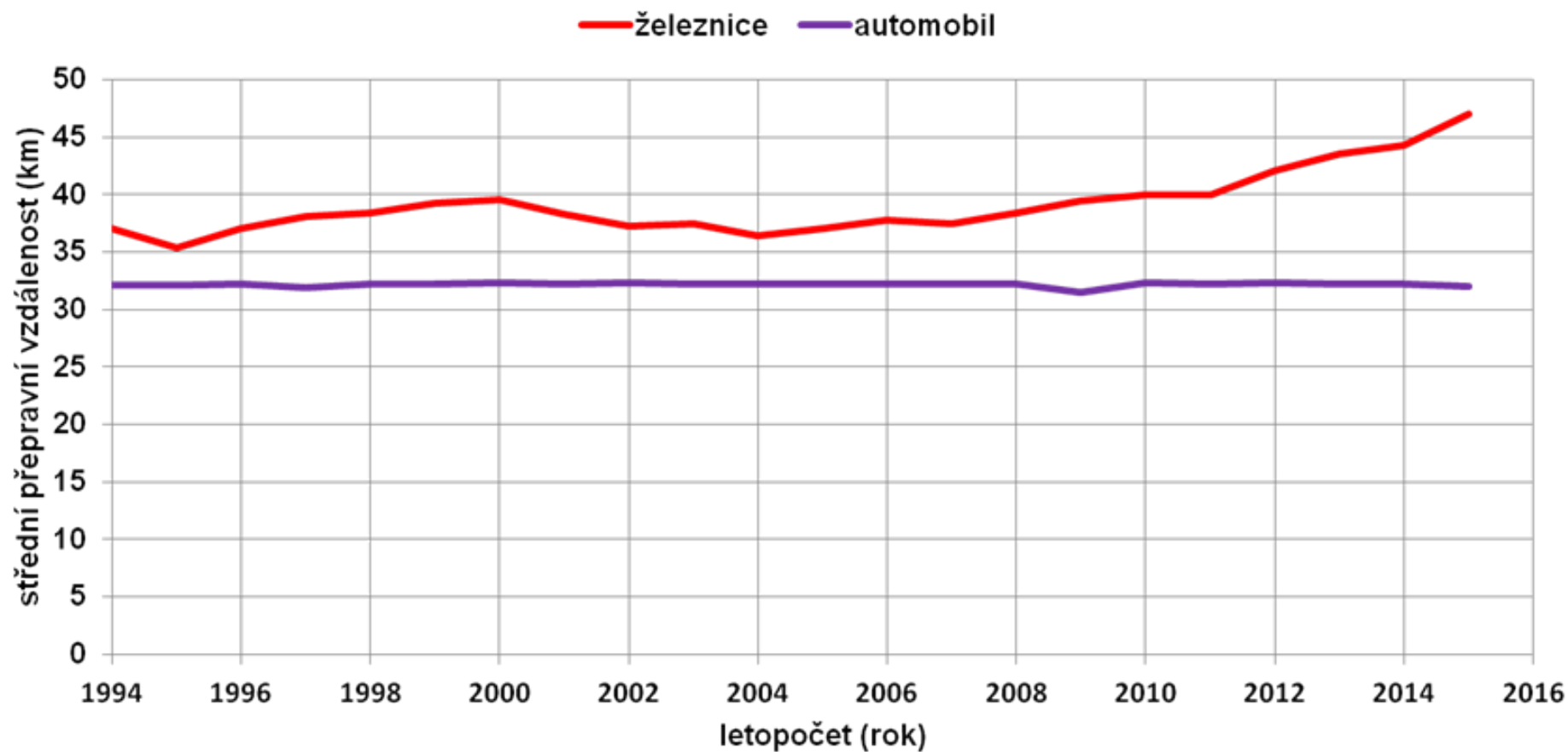
Cestující reagují na zvýšení kvality přepravní nabídky ze strany železnice (vyšší rychlost a pohodlí) pozitivně – preferují veřejnou hromadnou dopravu.

Potřebují občané ČR dálnice?

Nechtějí raději (elektro) mobil pro poslední míli k/od hromadné dopravy?

SIEMENS

střední přepravní vzdálenost automobilové a osobní železniční dopravy v ČR



SEK uhlíková stopa dopravy v ČR

doprava v ČR 2015		
	spotřeba energie	uhlíková stopa
	kWh/osobu/rok	kg CO₂/osobu/rok
ropné produkty	5 582	1 502
biopaliva	482	0
plyn	403	83
elektrina	226	135
celkem	6 693	1 719

Predikce vývoje uhlíkové stopy dopravy v ČR

výhled podle ASEK								
letopočet	rok	2 010	2 015	2 020	2 025	2 030	2 035	2 040
podíl dopravy na konečné spotřebě energie v ČR	%	21,8	22,2	23,1	23,3	23,0	22,5	22,1
podíl dopravy na primární spotřebě energie v ČR	%	13,3	13,7	14,6	15,3	15,2	14,5	14,5

výhled podle ASEK								
letopočet	rok	2 010	2 015	2 020	2 025	2 030	2 035	2 040
podíl dopravy na konečné spotřebě energie v ČR	%	22	22	23	23	23	23	22
podíl dopravy na primární spotřebě energie v ČR	%	13	14	15	15	15	15	14
podíl dopravy na uhlíkové stopě ČR	%	15	16	17	19	20	20	22

Na rozdíl od jiných odvětví (energetika, vytápění, průmysl, ...) nemá v ČR doprava program energetických úspor ani dekarbonizace.

Podíl dopravy na spotřebě energie i na uhlíkové stopě v ČR by stále rostl.

Takový vývoj není akceptovatelný, zásadní korekce je nutností.

Mobilita příštích let

V roce 2015 jsme na zemi vyprodukovali 32 miliard tun CO₂ (to je v průměru 4,6 t na jednoho ze 7,3 miliard obyvatelů Země).

ČR je se svými 11,1 t/osobu/rok v této disciplíně silně nad průměrem světa, EU i Čínou.

Zbývá nám tedy při stále spotřebě používání fosilních paliv na úrovni roku 2015 posledních:

a) 23 let (do roku 2039) při limitní hodnotě zvýšení teploty o 1,5 ° C,

b) 47 let (do roku 2061) při limitní hodnotě zvýšení teploty o 2 ° C.

Potom už navždy nula.

Přitom 97 % energie pro dopravu v ČR (denně na osobu 17,7 kWh) tvoří uhlovodíková paliva (uhlíková stopa dopravy je v ČR 4,7 kg/osobu/den).

=> Mobilita (její současná podoba) je v ohrožení.

K naplnění přijatého cíle, aby oteplení země nepřesáhlo 1,5, respektive 2 °C, již může lidstvo vyprodukovat spalováním fosilních paliv jen 750 respektive 1 500 miliard t CO₂.

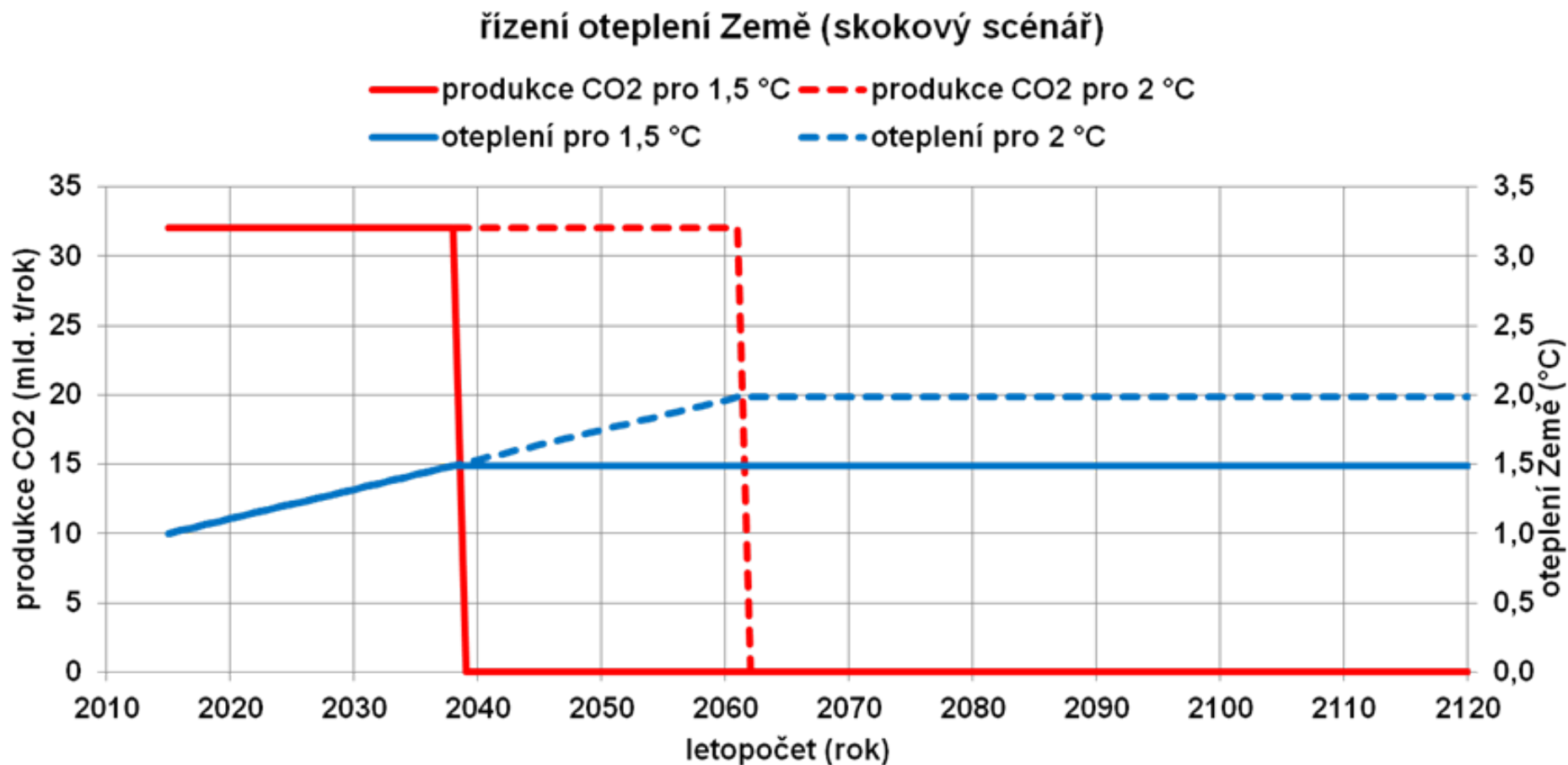
Přitom v roce 2015 bylo spalováním fosilních paliv vytvořeno 32 miliard t CO₂. Jak hospodařit s posledními 750, respektive 1 500 miliard t CO₂ patří k nejzásadnějším manažerským rozhodnutím v dějinách lidstva.

V principu jsou dvě možnosti:

- a) začít snižovat spotřebu fosilních paliv ihned,**
- b) ještě několik let pokračovat v současné úrovni spotřeby fosilních paliv a pak teprve snižovat jejich spotřebu**

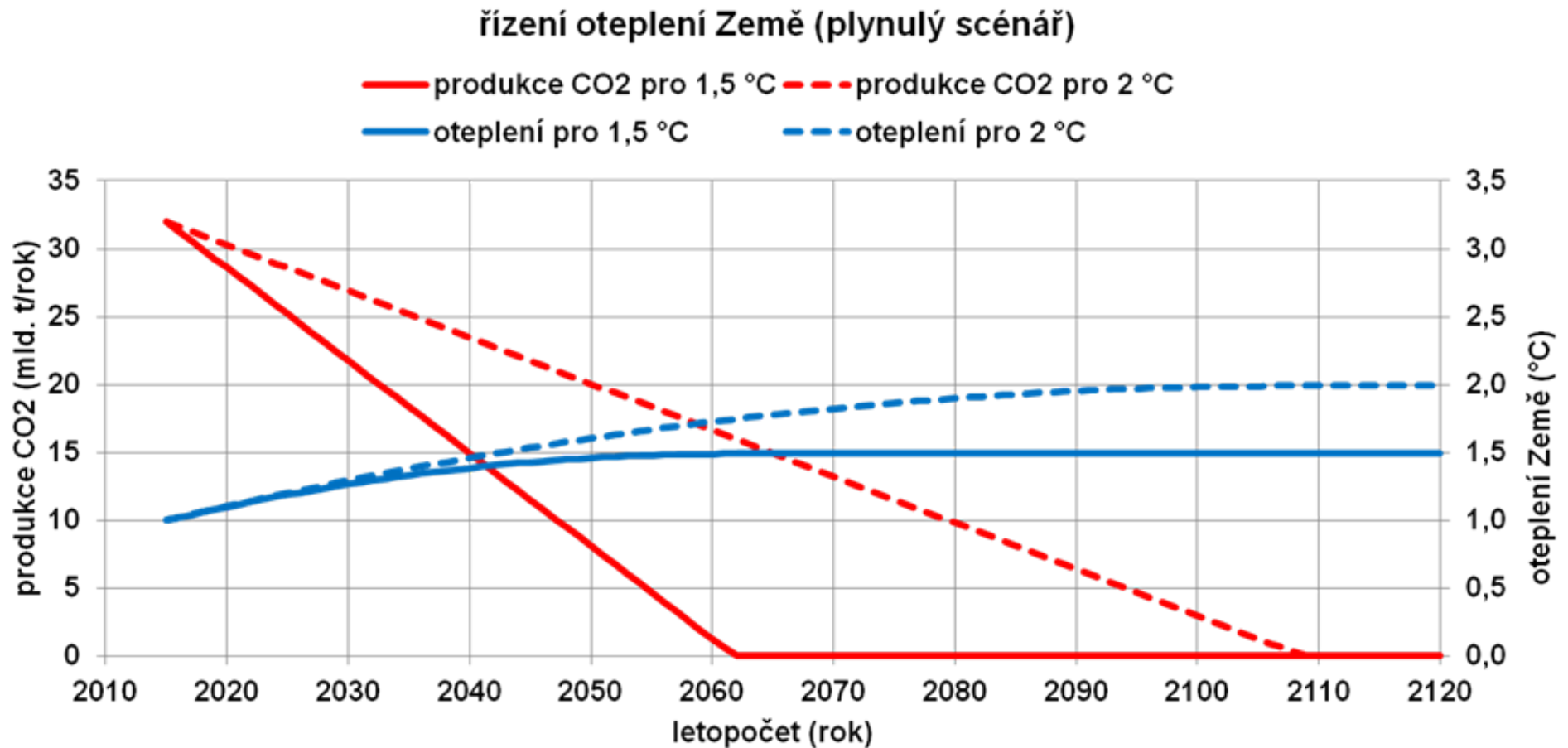
Druhý scénář je lákavý, ale zhoubný. Každý další rok neomezované spotřeby zkrátíme období snižování spotřeby o dva roky. Prudké tempo odklonu od používání fosilních paliv nebude snadné zvládnout.

Možné scénáře ukončení spotřeby fosilních paliv: skokový a plynulý



Při pokračování spotřeby fosilních paliv na úrovni roku 2015 dosáhne oteplení Země mezní hodnotu 1,5 ° C, respektive 2 ° C, za 23 let, respektive za 47 let.

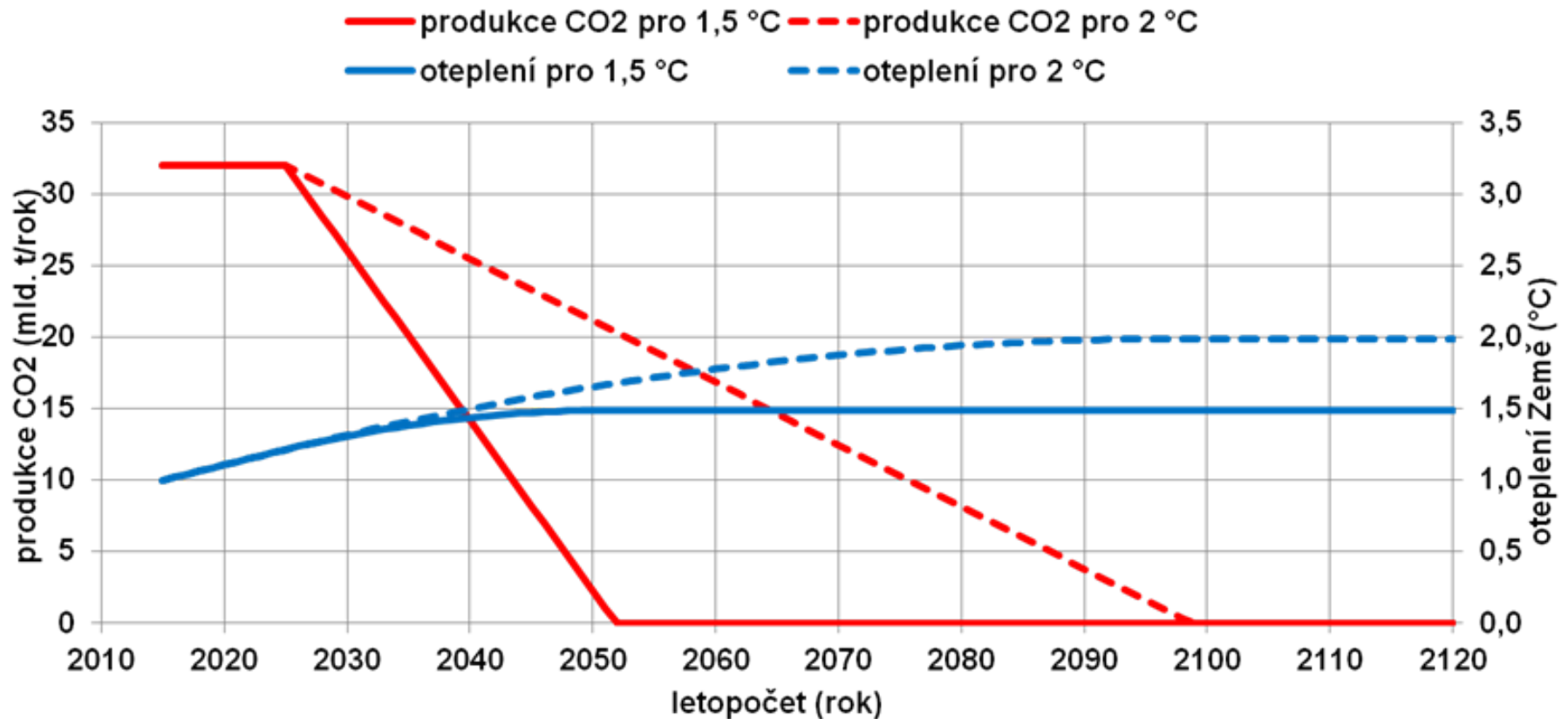
Možné scénáře ukončení spotřeby fosilních paliv: skokový a plynulý



Plynulý pokles prodlouží dobu používání fosilních paliv na dvojnásobek.

Možné scénáře ukončení spotřeby fosilních paliv: plynulý s odkladem

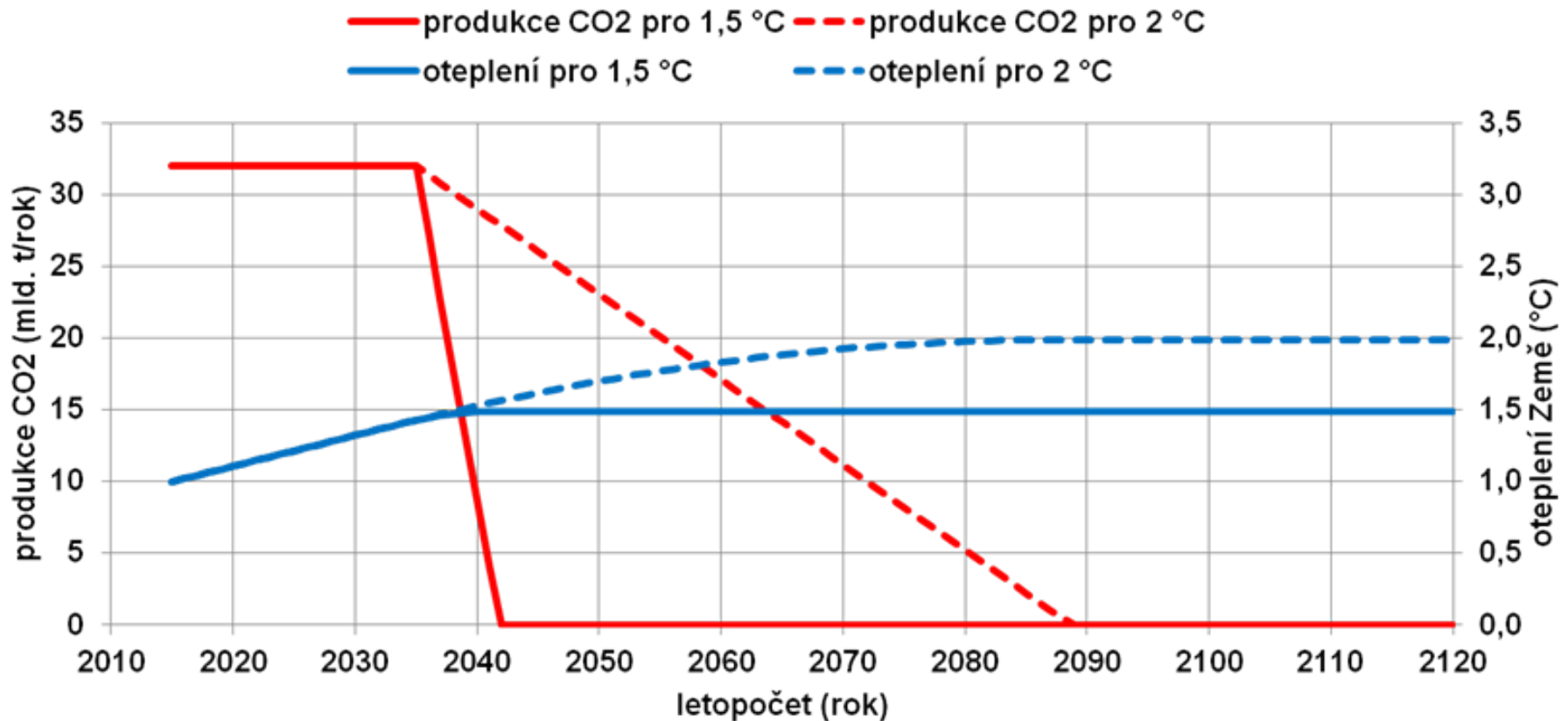
řízení oteplení Země (plynulý scénář s odkladem 10 let)



Každý 1 rok pokračování v současné úrovni spotřeby fosilních paliv zkrátí následné období snižování jejich spotřeby o 2 roky.

Možné scénáře ukončení spotřeby fosilních paliv: plynulý s odkladem

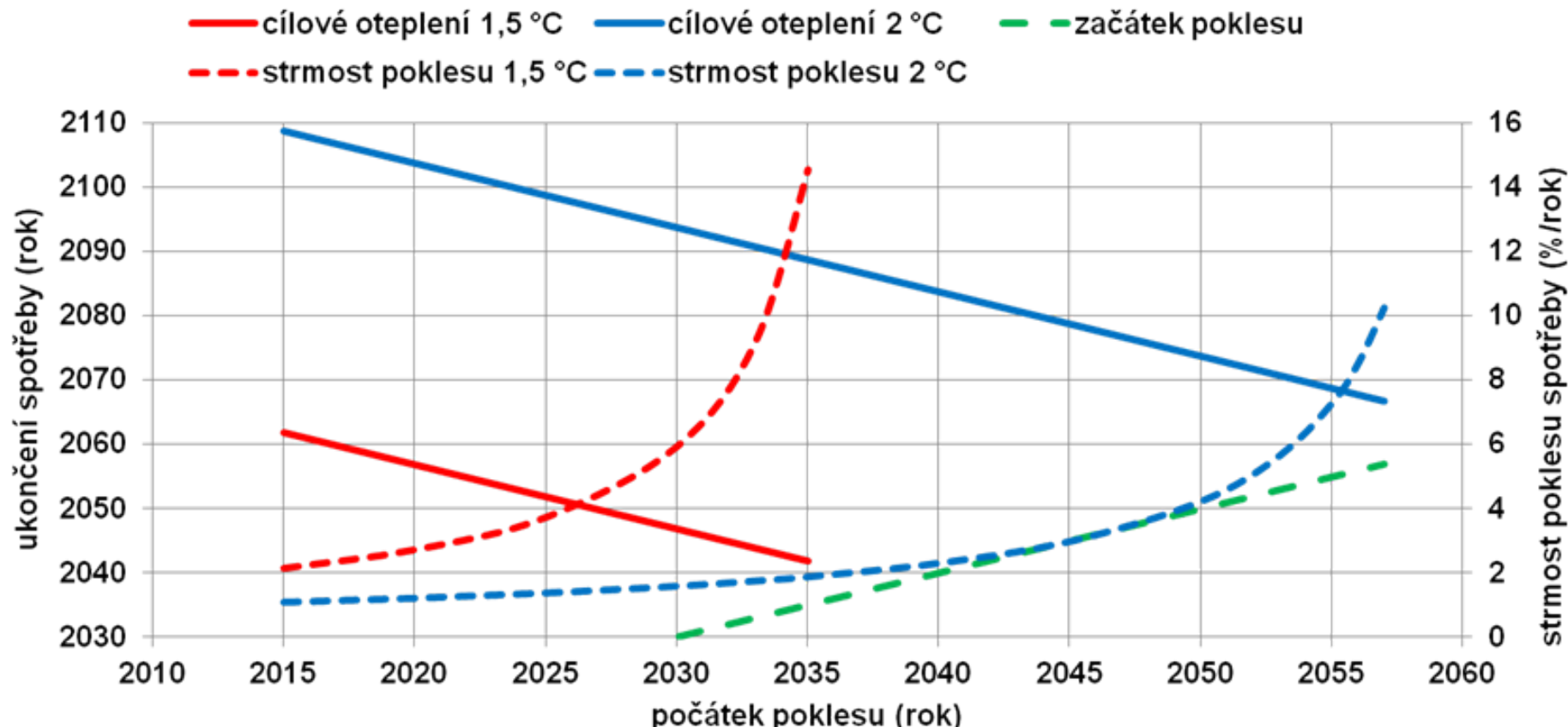
řízení oteplení Země (plynulý scénář s odkladem 20 let)



Každý 1 rok pokračování v současné úrovni spotřeby fosilních paliv zkrátí následné období snižování jejich spotřeby o 2 roky.

Odklon od používání fosilních paliv už není tématem vzdálené budoucnosti, ale tématem současnosti

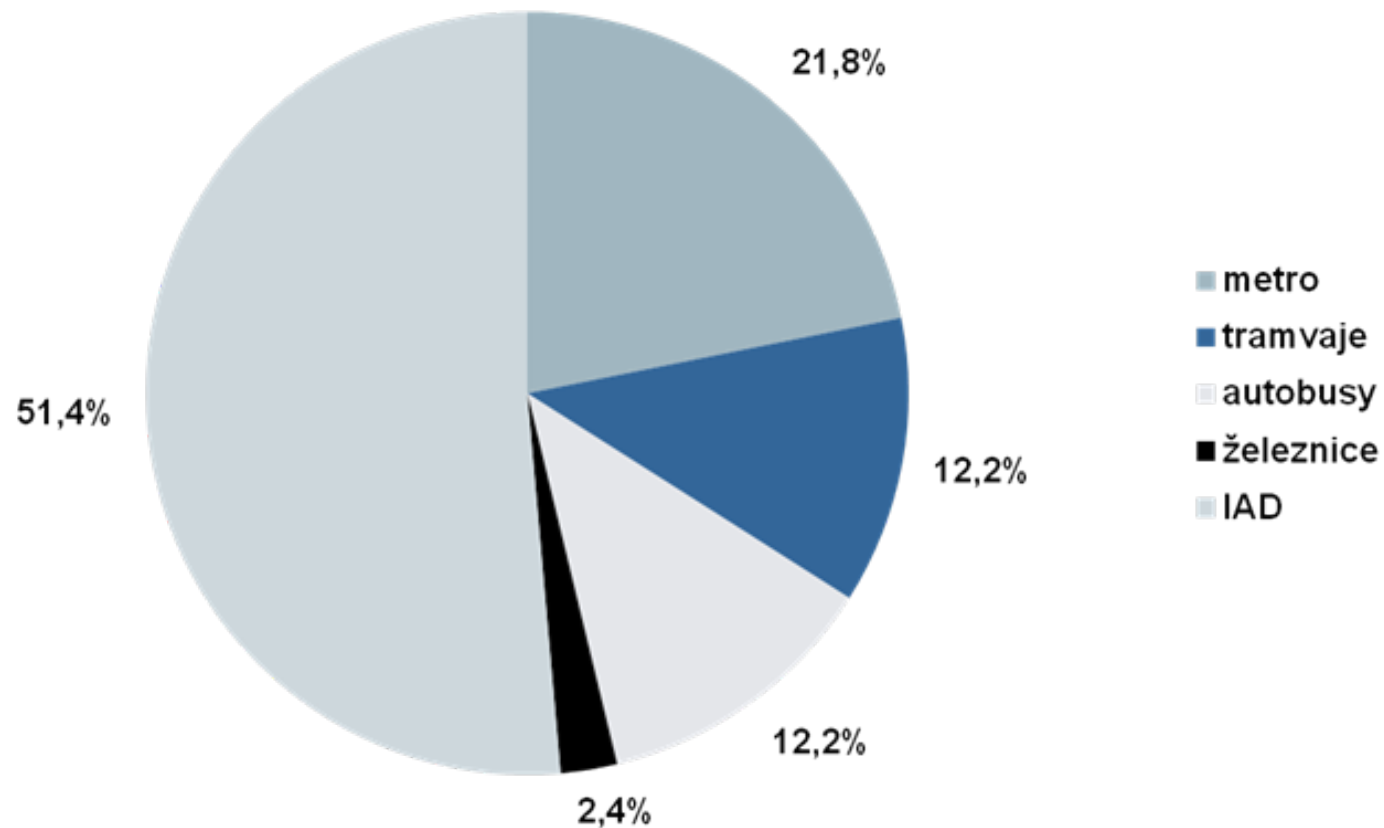
vliv prodlevy počátku poklesu spotřeby fosilních paliv na ukončení jejich používání a na strmost poklesu spotřeby



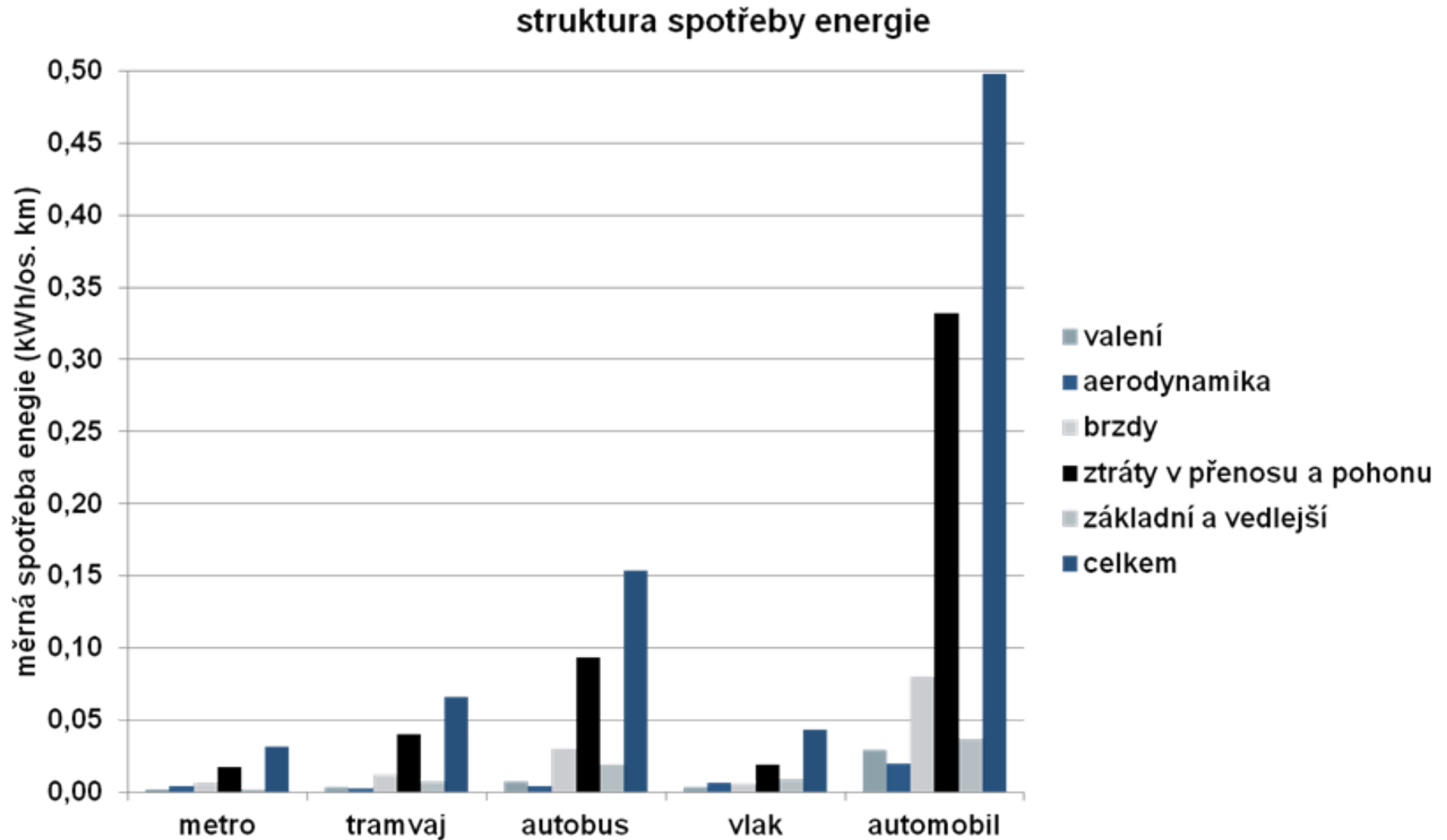
Nebudu-li neprodleně uskutečňovány systematické kroky k náhradě fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie, stanou se již za nedlouho kroky k naplnění cílů Pařížské konference velmi drastickými.

Struktura osobní dopravy v Praze

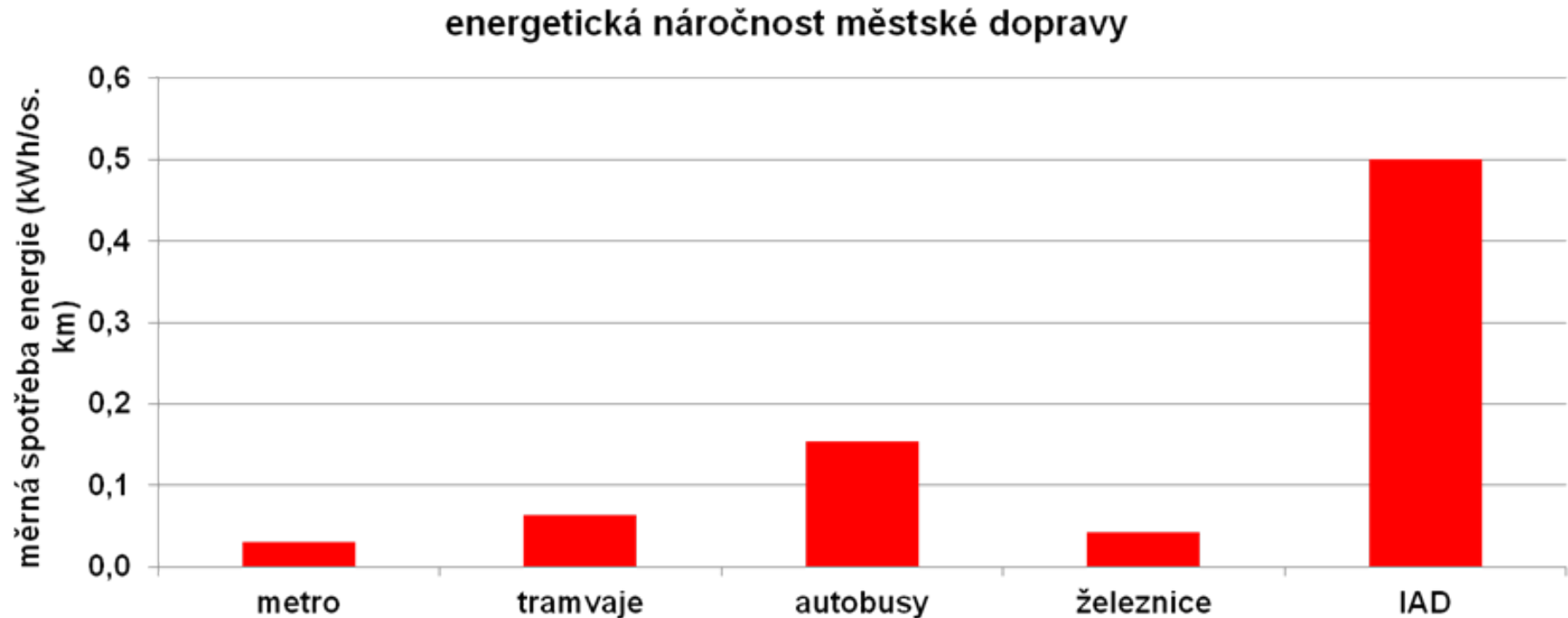
podíl na přepravních výkonech



Struktura spotřeby energie dopravních prostředků

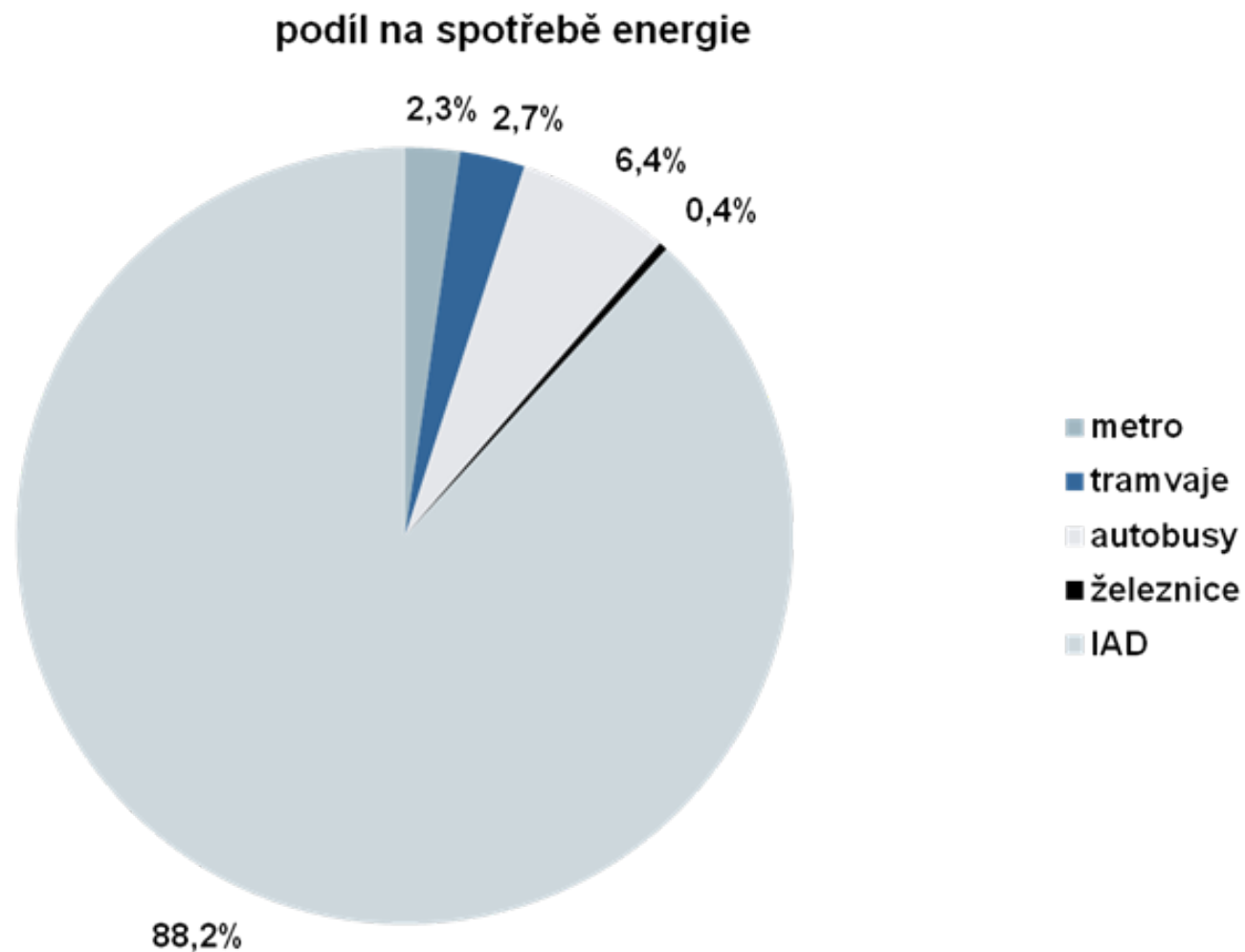


Energetická náročnost osobní dopravy v Praze

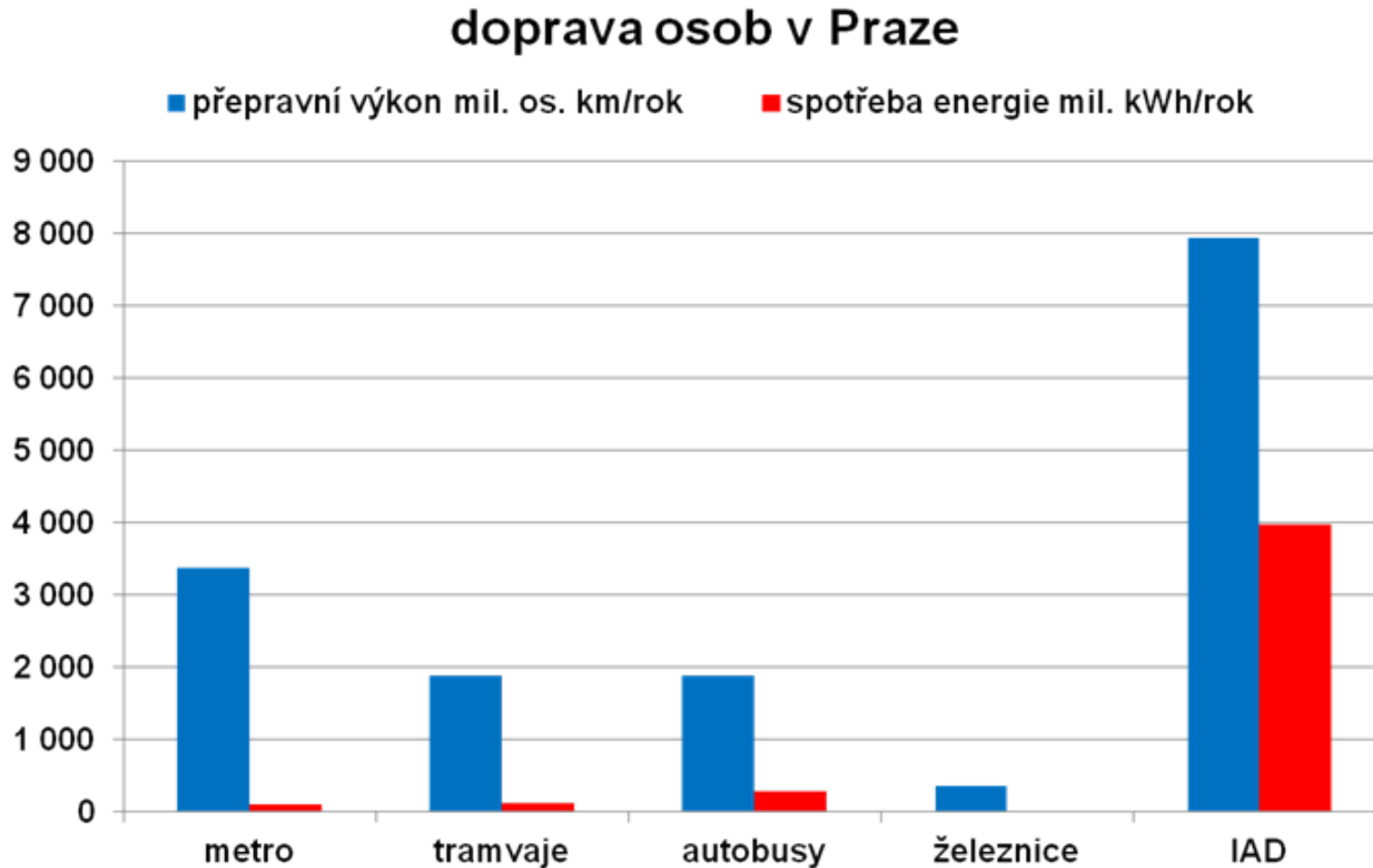


system	metro	tramvaje	autobusy	železnice	IAD
podíl na přepravních výkonech	21,8%	12,2%	12,2%	2,4%	51,4%
podíl na spotřebě energie	2,3%	2,7%	6,4%	0,4%	88,2%

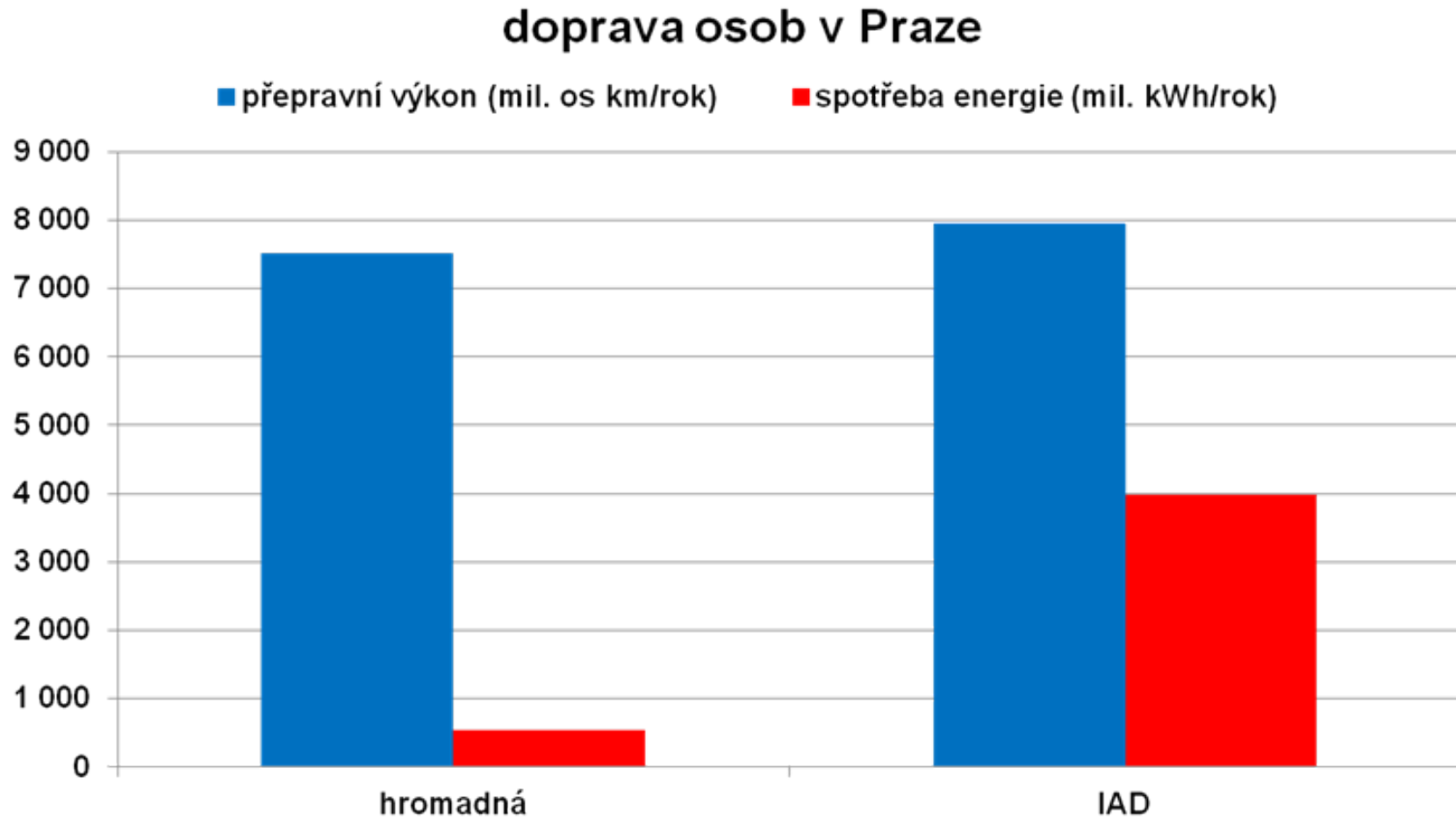
Struktura spotřeby energie pro dopravu v Praze



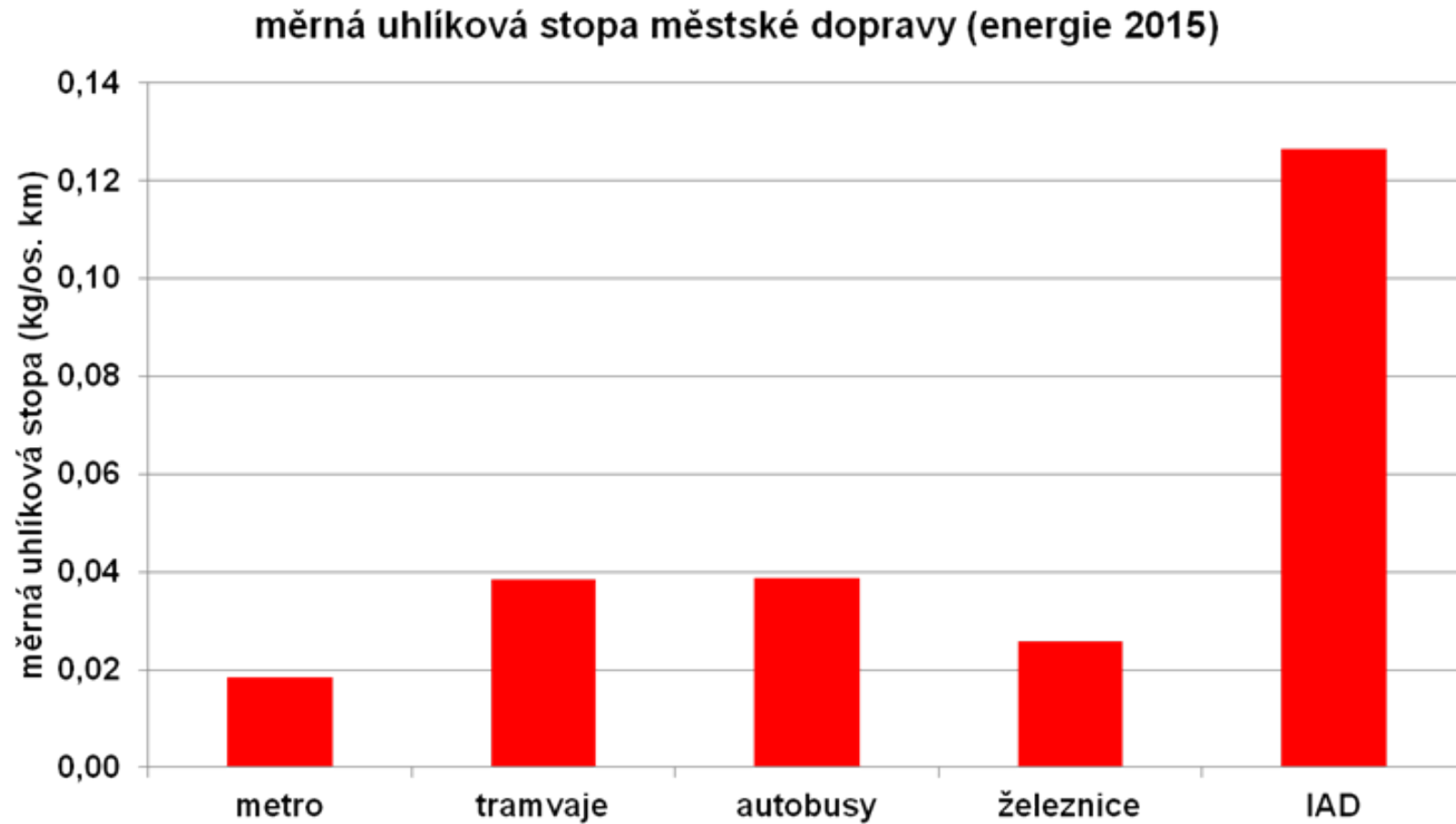
Struktura spotřeby energie pro dopravu v Praze



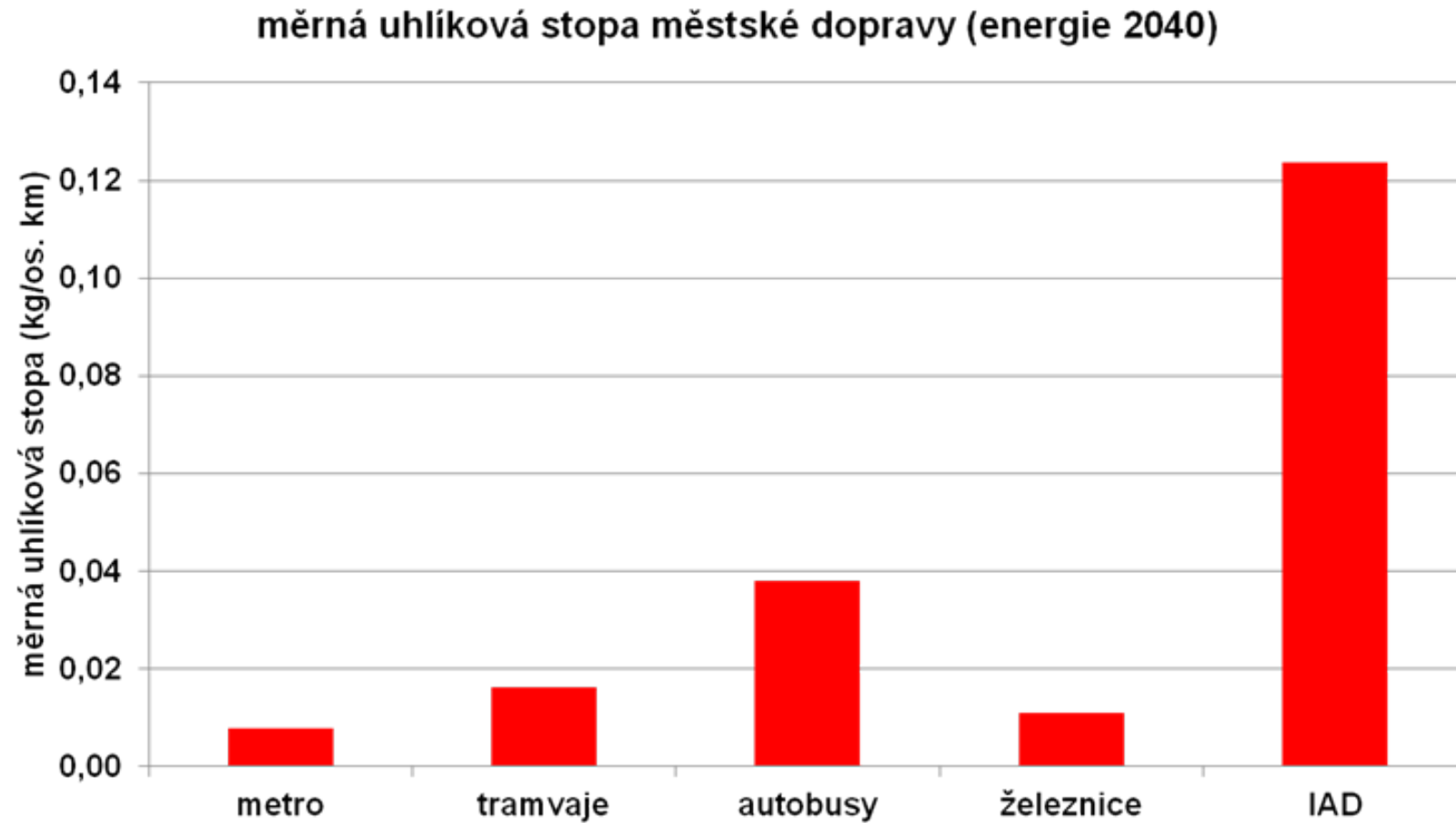
Struktura spotřeby energie pro dopravu v Praze



Uhlíková stopa (elektřina 2015)

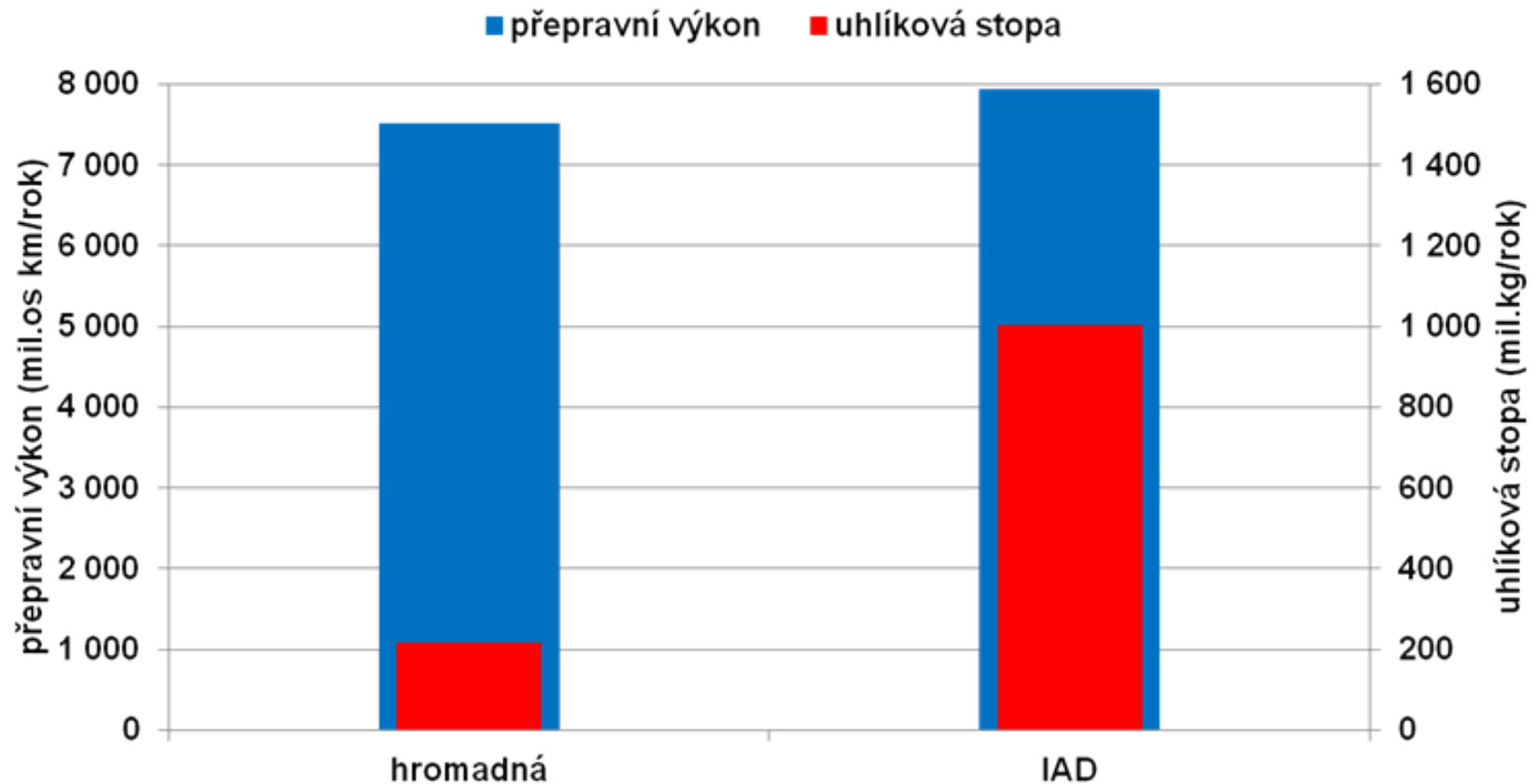


Uhlíková stopa (elektrina 2040)



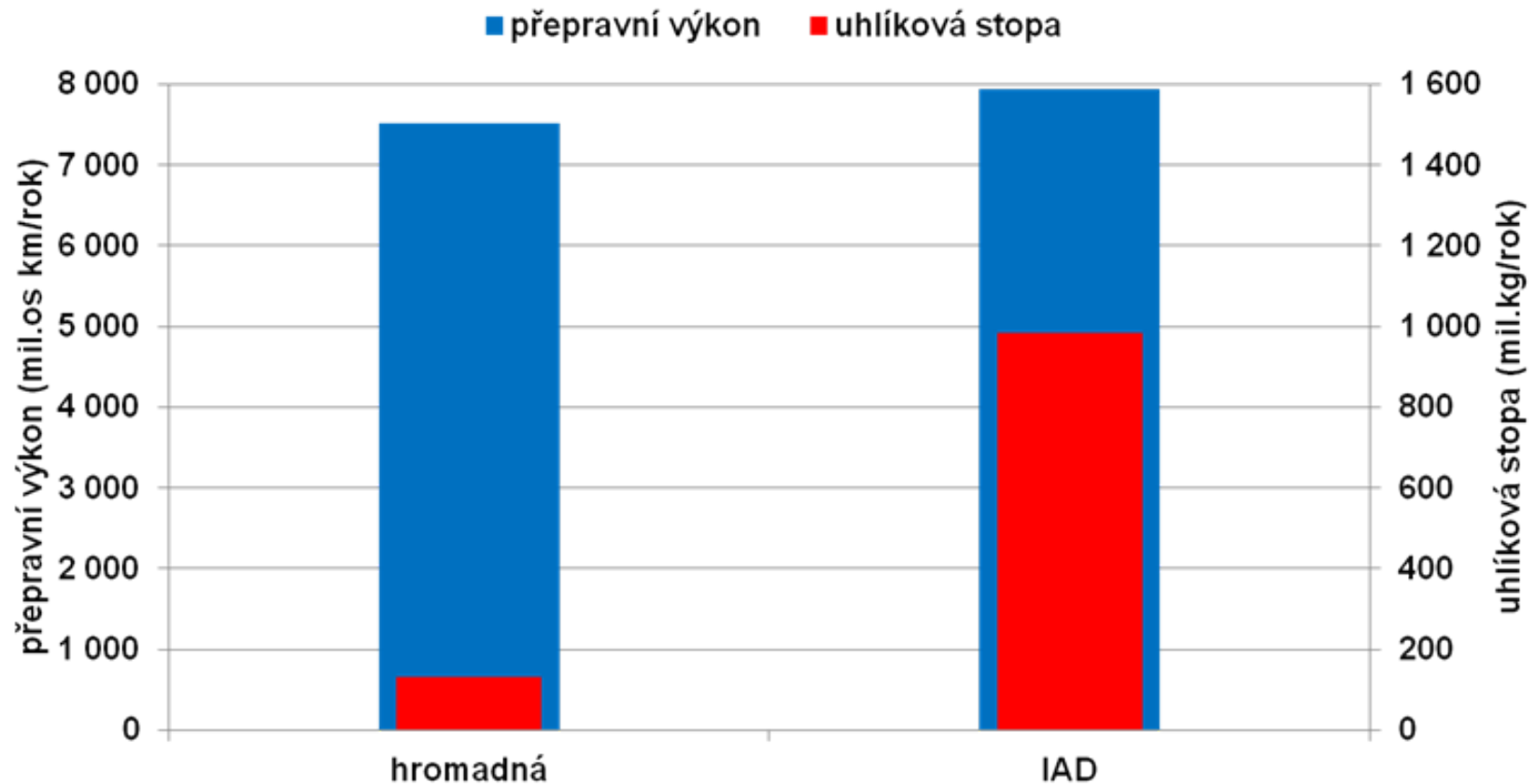
Uhlíková stopa (elektřina 2015)

doprava osob v Praze (elektřina 2015)



Uhlíková stopa (elektrina 2040)

doprava osob v Praze (elektrina 2040)



Individuální elektromobilita

Současný stav techniky (lithiové akumulátory, elektronicky řízené střídavé trakční pohony, ...) přiblížily realitě elektromobil. Jeho širšímu uplatnění však brání dvě skutečnosti:

- dojezd cenově dostupných elektromobilů kolem 100 až 150 km stačí na běžný denní provoz, nikoliv na občasné služební či víkendové jízdy. Není nakupován jako náhrada obyčejného automobilu, ale jako další vůz do rodiny (nevýhoda: investice navíc, parkování, ...),

- elektromobil si zachovává základní nevýhody individuální automobilové dopravy, kterými jsou vysoká energetická náročnost a velmi nízké časové využití investice.

Průměrný automobil je v ČR využíván jen 2 % času (0,5 hodiny denně) ; 23,5 hodiny je nevyužit a překáží (zabírá plochu k parkování).

=> individuální elektromobilita je vítaným doplňkem mobility (v místech, kde se pro slabost přepravní poptávky nevyplatí zřizovat veřejnou hromadnou dopravu), nemůže však být jejím základem.

Veřejná hromadná elektromobilita

a) Typický elektromobil (vlastněný a řízený řidičem amatérem), používaný k dojíždění do zaměstnání

(jeden cestující, ujetá dráha 2 x 10 km/den)

Denní přepravní výkon:

$$P = N \cdot L = 1 \cdot 20 = 20 \text{ os. km/den}$$

b) Typický městský elektrobus, používaný ve veřejné hromadné dopravě (40 cestujících, ujetá dráha 200 km/den)

Denní přepravní výkon:

$$P = N \cdot L = 40 \cdot 200 = 8\,000 \text{ os. km/den}$$

c) Typický elektrický vlak, používaný ve veřejné hromadné dopravě (300 cestujících, ujetá dráha 800 km/den)

Denní přepravní výkon:

$$P = N \cdot L = 300 \cdot 800 = 240\,000 \text{ os. km/den}$$

=> Náhrada spalovacího motoru elektrickým pohonem ve veřejné hromadné dopravě má mnohonásobně vyšší přínos pro úspory energie a životního prostředí, než náhrada individuálního automobilu elektromobilem.

Současný stav pražské dopravy není dán našimi současnými aktivitami, ale činy v průběhu mnoha desetiletí budování tratí, vozidlového parku i linkového vedení.

Naše současné aktivity ovlivňují výsledné (součtové) statistické hodnoty jen nepatrně. Avšak na co mají vliv, je jejich derivace, tedy meziroční změna. Co lze vyčíst z meziročních změn 2015 vůči roku 2014?

Metro A ubralo cestující tramvajím, ne autobusům, ty povyrostly.

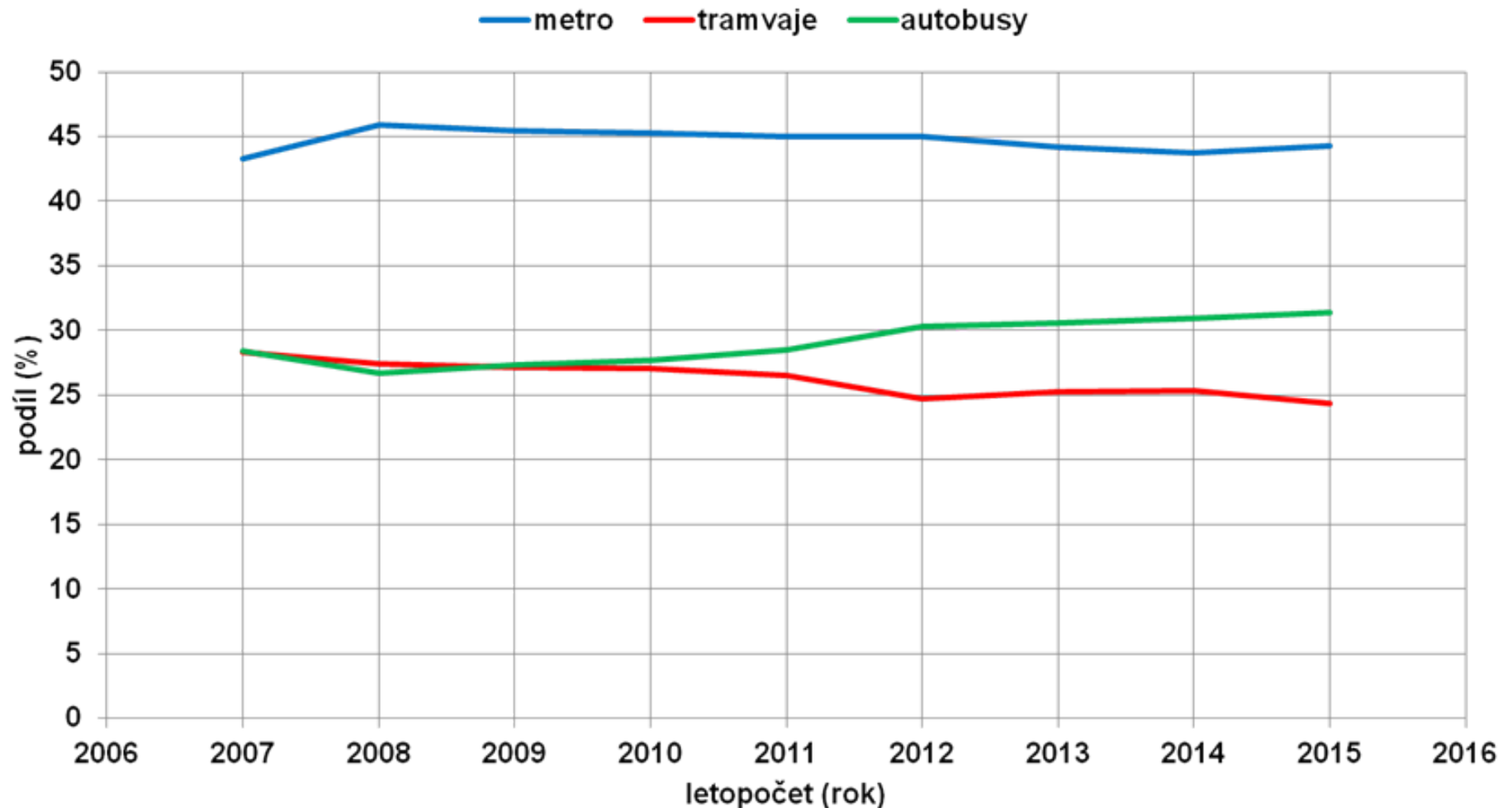
V koláči dělby přepravních výkonů si metro přičetlo + 0,5 % navíc, autobusy si přičetly též + 0,5 % navíc, tedy tramvaje si pohoršily o 1 %.

Poměr autobus: tramvaj se z roku na rok (2015 ku 2014) zvýšil z hodnoty 1,22 na hodnotu 1,29, tedy o 7 procentních bodů. To není v souladu s cíli. Systémová změna je nutností.

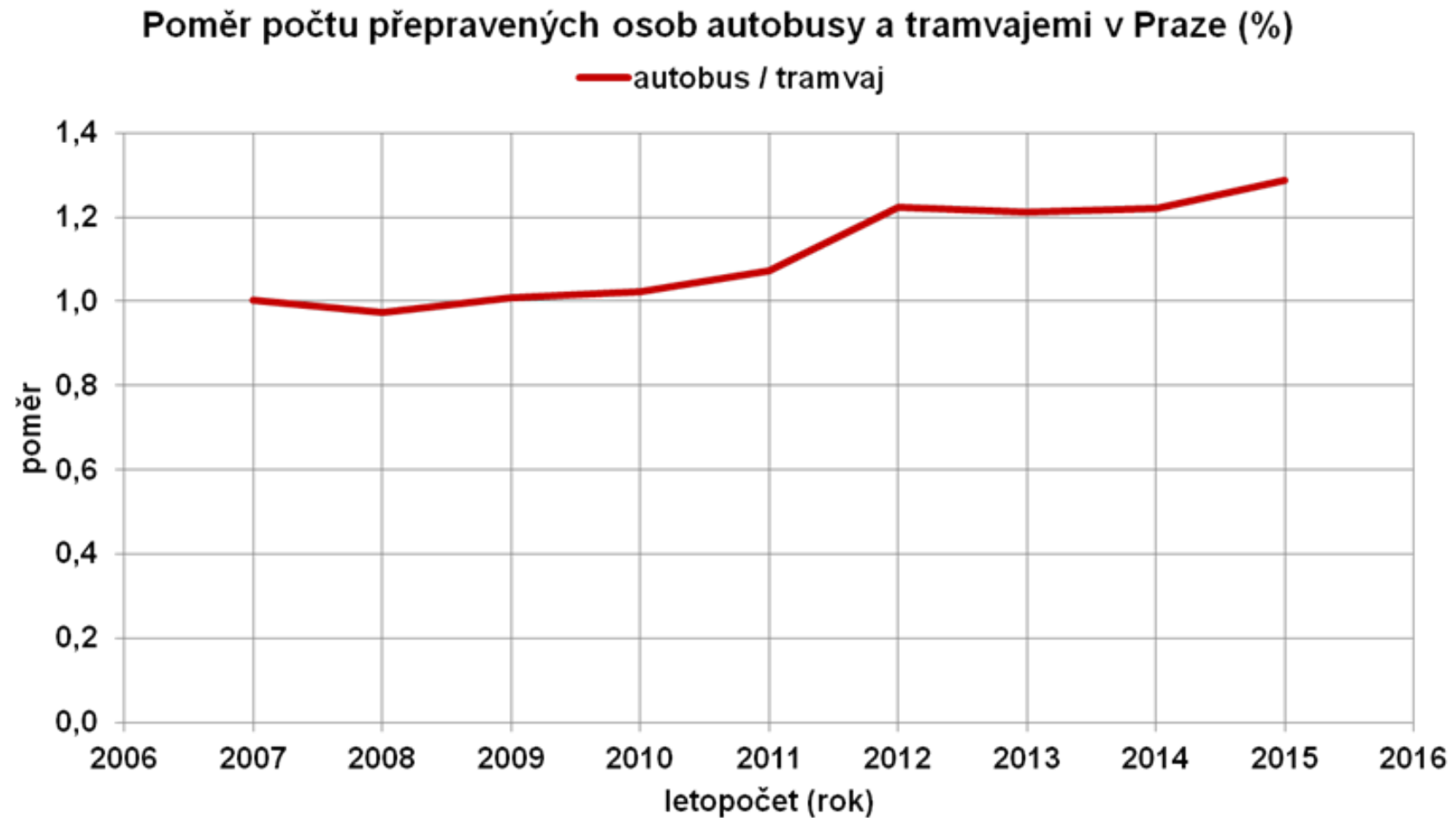
Potěšitelný je celkový nárůst počtu cestujících v MHD, činí meziročně plus 2,4 %.

Vývoj rozdělení přepravy v pražské MHD

podíl jednotlivých druhů dopravy na počtu přepravených osob (%)



Vývoj rozdělení přepravy v pražské MHD



Budoucí podoba mobility v Praze

Cil: využití celé plochy území Prahy a jejího okolí k plnohodnotnému profesnímu, společenskému i rodinnému životu

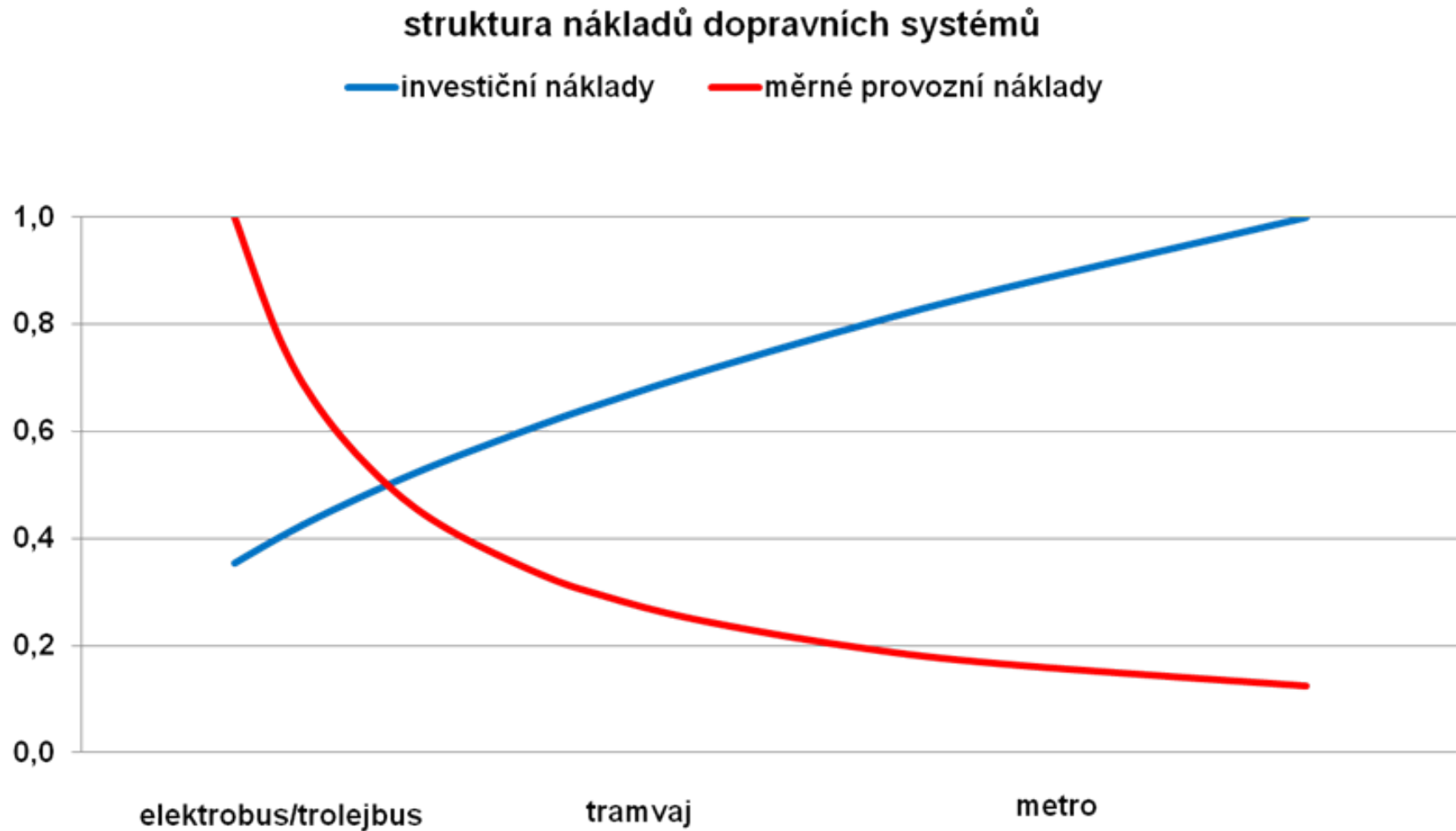
Podmínka:

- nízká energetická náročnost,
- trvalá udržitelnost (nezávislost na fosilních palivech),
- vlídnost k lidem (bezpečnost, pohodlí, úspora a využití času, ...).

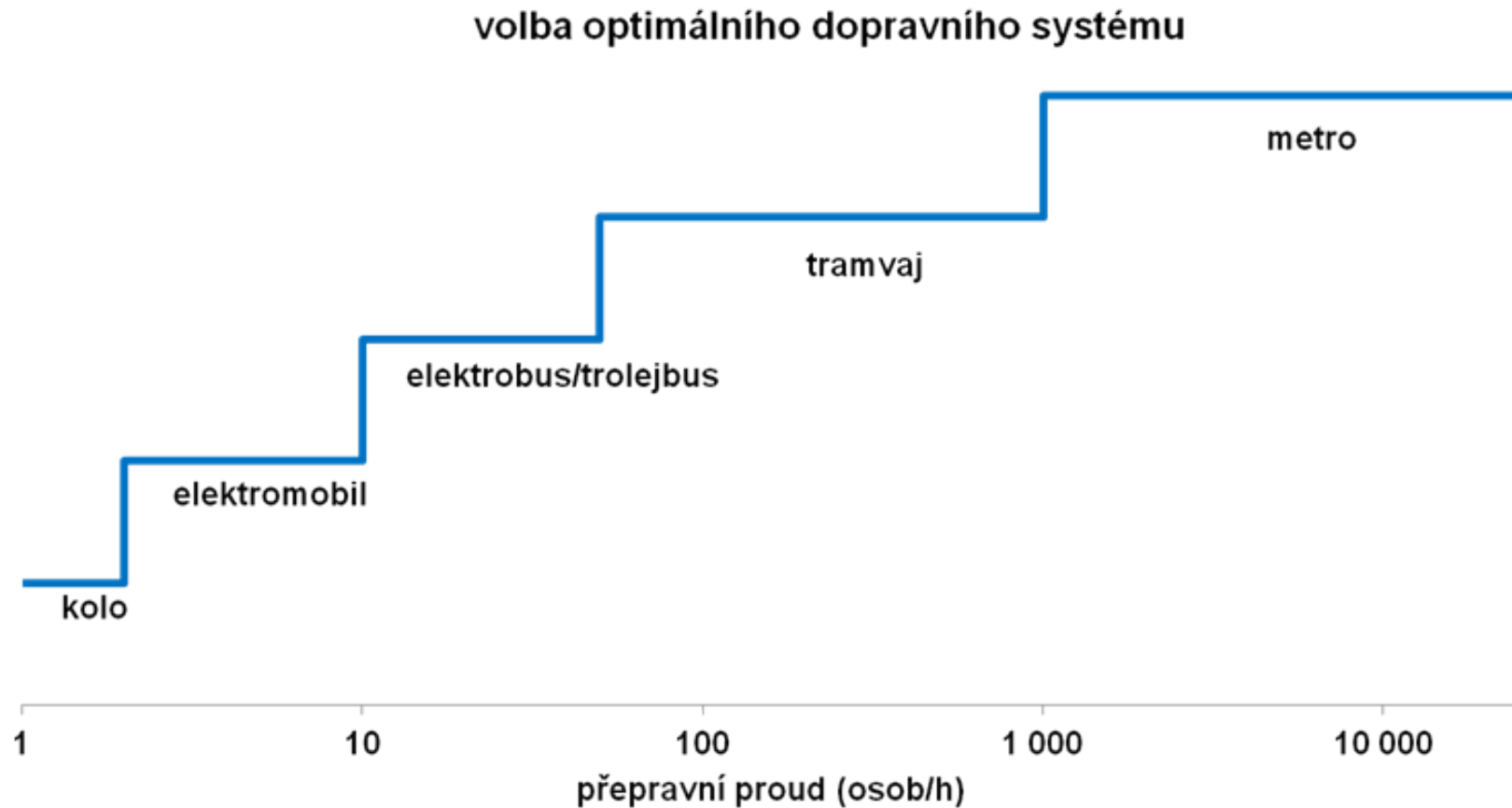
Hierarchická struktura dopravních systémů (logika efektivity investic):

- nejsilnější přepravní proudy: metro,
- silné přepravní proudy: tramvaje,
- slabší přepravní proudy: elektrobusy/trolejbusy,
- slabé přepravní proudy: elektromobily,
- nejslabší přepravní proudy: pěší chůze, jízdní kolo.

Podřízení volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky



Podřízení volby dopravního systému intenzitě přepravní poptávky



Budoucí podoba mobility v Praze

Technologické úlohy:

- urychleně vybudovat metro D (zavedení systému automatického metra)
- dostavba sítě metra (včetně tématu tangent a pokračování v extravilánu),
- dostavba sítě tramvají (tangenty),
- liniová elektrizace silniční dopravy,
- infrastruktura pro elektrobusy a elektromobily,
- segregace rychlé a pomalé železniční dopravy (vysokorychlostní tratě, 3. a 4. koleje, spojení s Kladnem, dokončení 100 % elektrizace),
- společné systémové řešení nejen osobní, ale i nákladní dopravy (dálkové i rozvážkové)

Shrnutí

Každý rok současné spotřeby fosilních paliv nevratně ohřívá Zemi o 0,021 °C.

Není čas na slepé uličky, nutností je orientace na cílová řešení:

- základní zaměření na veřejnou hromadnou dopravu,**
- individuální doprava nemůže být pro svou vysokou energetickou náročnost (každé vozidlo samostatně překonává aerodynamický odpor), nízkou produktivitou pracovních sil (jedna osoba zaneprázdněná řízením vozidla dopravuje jen 1,3 cestujících) a nízkou produktivitou vozidel (střední doba využití automobilu dosahuje jen necelá 2 % času) dominantním dopravním módem,**
- výhradní orientace na elektrickou vozbu (v návaznosti na elektřinu z obnovitelných zdrojů),**
- z důvodu nízké účinnosti (nevyužití ztrátového tepla – přes 60 % ztrát) nepoužívat ve vozidlech spalovací motory.**
- uhlovodíková paliva (včetně biopaliv) ponechat výhradně jen pro stacionární aplikace, ve kterých je využitelné prakticky veškeré spalné teplo, nikoliv jen jeho jedna třetina.**

Děkuji Vám za Vaši pozornost!

SIEMENS
Ingenuity for life



In. Jiří Pohl

Senior Engineer

Siemens, s.r.o. / Divize MO/

Oddělení EN

Siemensova 1

Praha - Stodůlky

E-mail:

jiri.pohl@siemens.com

siemens.com