

Multimodální udržitelná mobilita

Jiří Pohl, Siemens, s.r.o.,
Seminář úspory energie a uhlíková stopa podniku
Brno, 29. 9. 2018

Přínos spalování fosilních paliv

V průběhu devatenáctého století se lidé naučili těžit a využívat uhlí. Následně též ropu a zemní plyn. Tedy fosilní paliva ve všech třech skupenstvích.

Využíváním fosilních paliv získalo lidstvo obrovskou energii, která mu umožnila zásadním způsobem rozvinout průmysl, bydlení, dopravu a řadu dalších aktivit.

Došlo k rozvoji hospodářského, společenského a rodinného života.

Sekundárně se využívání energie fosilních paliv projevilo v prodloužení věku dožití, rozvoji vzdělanosti i změně životnímu stylu.

Energetická náročnost životního stylu

Bilance spotřeby fosilních paliv (Česká republika, 2015)

	energie	uhlíková stopa
palivo	kWh/obyv./den	kg CO ₂ /obyv./den
černé uhlí	13	5
hnědé uhlí	36	13
zemní plyn	24	5
ropné produkty	28	7
celkem	102	30

Na jednoho občana ČR připadá spotřeba primární energie 134 kWh/den.

Z toho 76 % (102 kWh/den, tedy průběžně 4,2 kW) pokrývají fosilní paliva:

- fosilní paliva jsou příležitostí, která se opakuje jednou za 200 mil. let,
- spalování fosilních paliv vede k nárůstu koncentrace CO₂ v obalu země, což způsobuje nežádoucí klimatické změny,
- 2/3 energie fosilních paliv jsou zmařeny ve ztrátách spalovacích motorů a tepelných elektráren.

=> šťastné období blahobytu spotřeby fosilních paliv je potřebné využít k tomu, aby se lidstvo naučilo žít i bez nich (bez poklesu životní úrovně)

Oxid uhličitý je součástí transformací (přeměn):

- a) energie slunečního svitu v energii paliv (fotosyntéza),**
- b) paliv v teplo (tlení, spalování).**

Při vytváření biomasy se v průběhu fotosyntézy CO_2 z atmosféry odčerpává, při spalování se do atmosféry CO_2 vrací.

Do osmnáctého století fungovala na Zemi přirozená reprodukce (než začalo lidstvo začalo hojně spalovat fosilní uhlovodíková paliva).

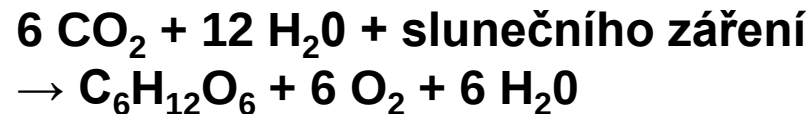
V zemském obalu bylo původně cca 3 500 miliard tun CO_2 , jeho koncentrace dosahovala kolem 0,280 ‰, tedy cca 280 ppm.

Ve vegetačním období přechází při růstu rostlin část oxidu uhličitého z atmosféry s pomocí slunečního svitu do zeleně listů.

Následně při tlení nebo spalování rostlin, respektive funkcí navazujících živých organismů (trávení, dýchání, ...) se oxid uhličitý vrací zpět do atmosféry.

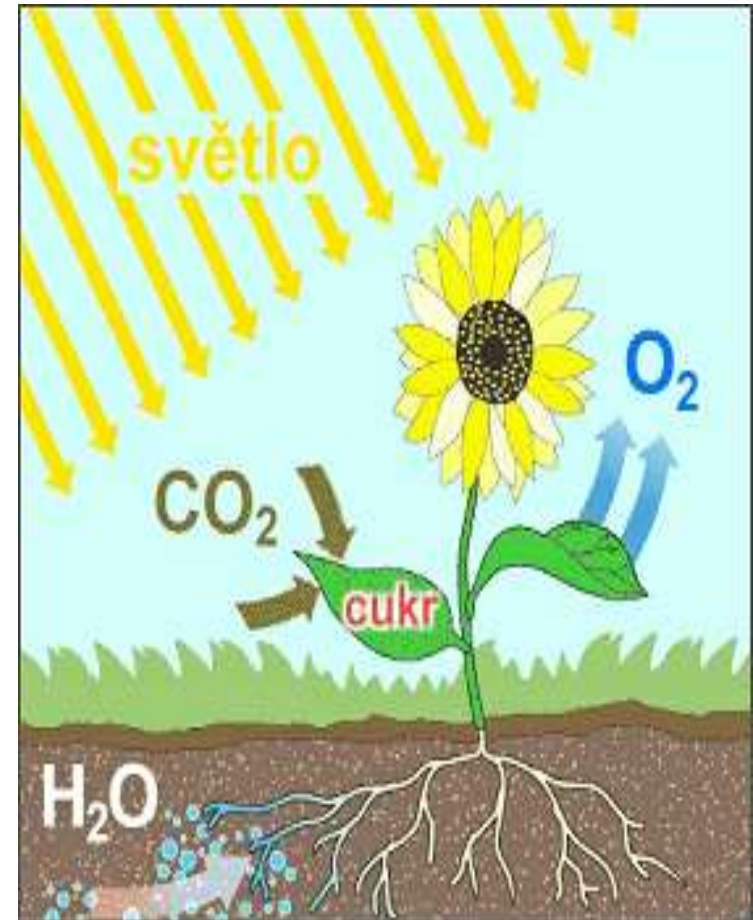
Základem transformace slunečního záření na jiné formy energie je fotosyntéza

Při fotosyntéze se pomocí slunečního záření mění oxid uhličitý a voda na glukózu, kyslík a vodu:



Fotosyntéza ukládá energii fotonů ze slunečního záření do glukózy, která se dalšími enzymatickými reakcemi mění na asimiláty - škroby, bílkoviny, tuky a další látky

Fotosyntéza probíhá ve velkém měřítku, ročně vzniká na naší planetě fotosyntézou zhruba 1 bilion MWh energie a je přitom z ovzduší pohlceno zhruba 400 miliard t oxidu uhličitého.



Rovnice exotermické reakce dokonalého spalování uhlíku:



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

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

K zamezení vzniku oxidu uhličitého při spalování látek obsahujících uhlík neexistuje žádný filtr nebo technologie. Uhlík nelze dokonale spalovat jinak (lépe). Jediné, oč se lze snažit, je spalovat uhlíku méně.



Koloběh oxidu uhličitého v přírodě

SIEMENS

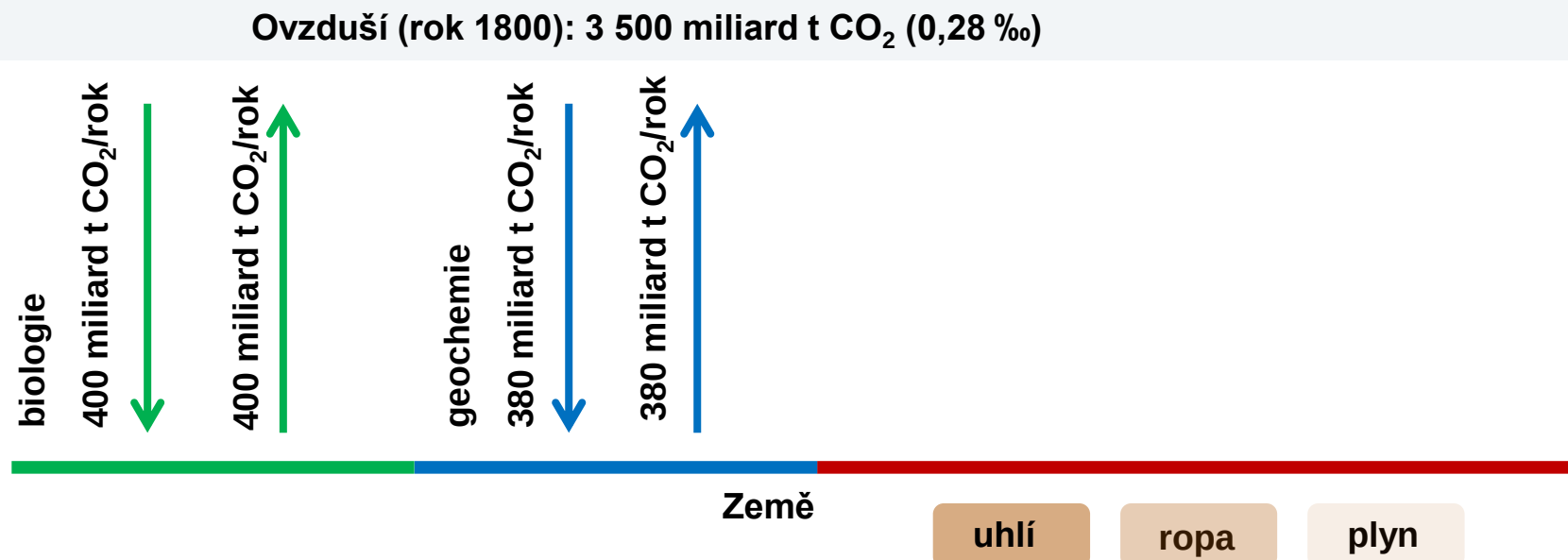
Ingenuity for life

Podobně jako koloběh vody (atmosférické srážky – odpařování) existuje v přírodě i koloběh oxidu uhličitého.

Koloběh CO_2 v přírodě má dvě základní složky:

- biologickou (fotosyntéza a spalování) s intenzitou cca 400 miliard t CO_2 /rok,
- geochemickou (rozpuštění a uvolňování) s intenzitou cca 380 miliard t CO_2 /rok.

Celkem se koloběhu mezi zemským obalem a Zemí zúčastňuje ročně cca 780 miliard t CO_2 . Před počátkem využíváním fosilních paliv (do 18. století) byl tento koloběh vyvážený a v zemské atmosféře bylo stále množství CO_2 , zhruba 3 500 miliard t, což odpovídalo 0,28 ‰ koncentraci CO_2 v ovzduší.



Transfer oxidu uhličitého

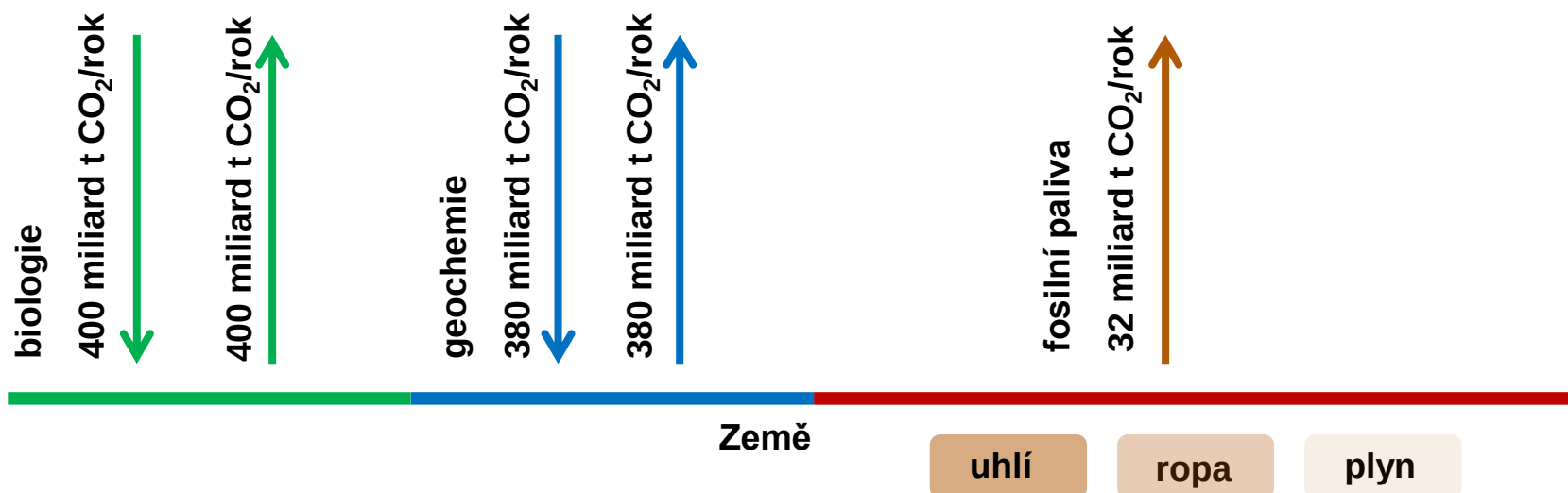
Přírodní procesy každoročně z ovzduší odebírají a do ovzduší navracejí
 $400 + 380 = 780$ miliard t CO₂/rok.

Od doby objevu používání fosilních paliv (uhlí, ropa, plyn) se díky lidské (antropogenní) činnosti dostávají do ovzduší velká (a stále větší) množství CO₂, vzniklého spalováním fosilních paliv – uhlí, ropy a zemního plynu.

Oxid uhličitý, potřebný pro jejich tvorbu byl z atmosféry pozvolna odebrán před zhruba 200 miliony let.

Nyní je se s milionkrát větší intenzitou oxid uhličitý, vzniklý spalováním uhlí, ropných produktů a zemního plynu, předáván z podzemí do ovzduší (aktuálně: 32 miliard t CO₂/rok). Spalováním fosilních paliv již bylo zvýšeno množství CO₂ v ovzduší ze 3 500 na 5 000 mil.t.

Ovzduší (rok 1800 ... 2015): 5 000 ... 3 500 miliard t CO₂ (0,28 ... 0,40 ‰)



Aktuálně je ročně je ze Země do ovzduší předáváno:

- cca 780 miliard t zcela neškodného cirkulačního CO₂, který se zúčastňuje přírodních procesů. Předtím z ovzduší odebrané množství CO₂ se vrací zpět do ovzduší. Koncentraci CO₂ v ovzduší tato cirkulace nemění,

-cca 32 miliard t nežádoucího translačního CO₂, který vznikl spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn). Do ovzduší se nově stěhuje spálený uhlík vytěžený z podzemí. Koncentraci CO₂ v ovzduší tato translace zvyšuje.

Cirkulace je sice 25 krát intenzivnější než translace, ale probíhá téměř rovnoměrně. Nerovnoměrnost cirkulace způsobuje jen malé výkyvy koncentrace CO₂ v ovzduší v proběhu roku (vegetační perioda).

Translace (spalování fosilních paliv) způsobuje trvalý a nevratný růst koncentrace CO₂ v ovzduší.

Na těžbě, zpracování a prodeji fosilních paliv a s nimi spojených technologiích (spalovací motory, elektrárny, ...) je finančně závislých mnoho jednotlivců a společenstev.

Logicky se snaží význam produkce CO₂ spalováním uhlí, ropných produktů a zemního plynu bagatelizovat cílenými dezinformacemi:

a) „Dýchající krávy produkují více CO₂, než automobily“

Možná ano, ale jde výhradně o neškodný cirkulační CO₂, který při růstu krmiva odebraly rostliny z ovzduší a zvířata jej vrací zpět.

b) „Automobily vytvářejí v ČR jen 0,5 % z celkové produkce CO₂“

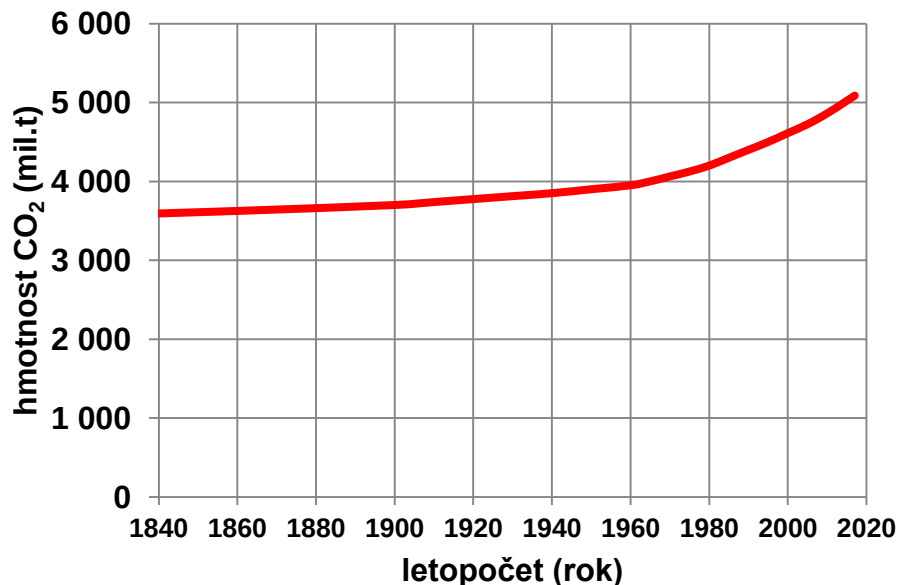
Celková produkce CO₂ je nepodstatná, zahrnuje především neškodnou přírodní cirkulační produkci, která je 25 krát větší, než podstatná translační antropogenní produkce.

Správné znění je, že automobily způsobují v ČR 12,5 % z antropogenní produkce CO₂, která způsobuje nežádoucí a trvalé změny klimatu.

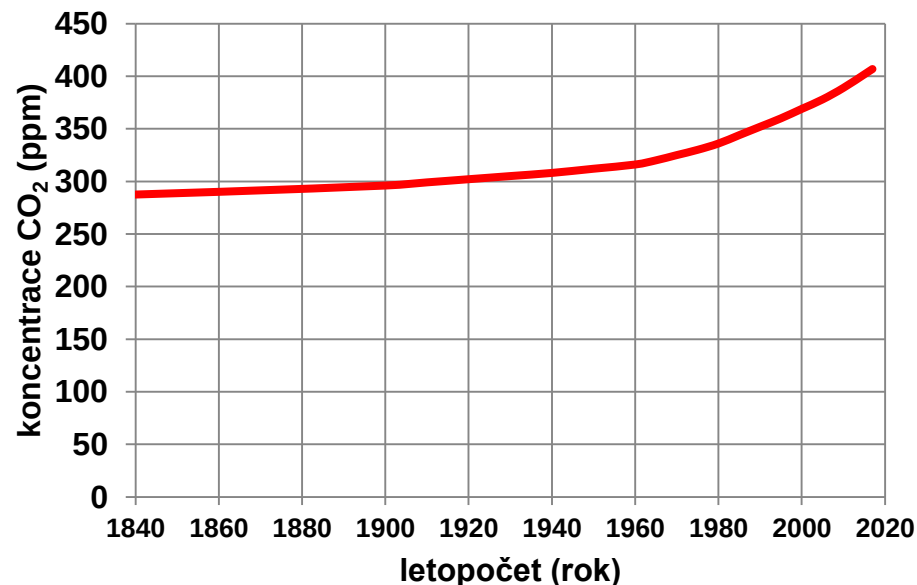
Důsledky spalování fosilních paliv (zákon zachování hmotnosti)

V nynějším období spalování fosilních paliv dochází k nerovnováze. Do atmosféry je spalováním předáváno více CO₂, než je ve stejné době z atmosféry odebíráno přírodními biologickými a geochemickými procesy. Koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu roste (zhruba o 32 miliard tun/rok). Z výchozí hodnoty 280 ppm (ještě v 18. století), tedy 3 500 miliard tun CO₂, se postupně zvyšuje. Aktuálně již přesahuje 5 000 miliard tun CO₂ (přes 400 ppm).

množství CO₂ v zemském obalu



koncentrace CO₂ v zemském obalu



Důsledky spalování fosilních paliv (skleníkový efekt)

Vlivem spalování fosilních paliv stále roste koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu.

Zemská atmosféra má tepelně izolační schopnost. Přes noc uchovává teplo, vytvořené v průběhu dne slunečním zářením.

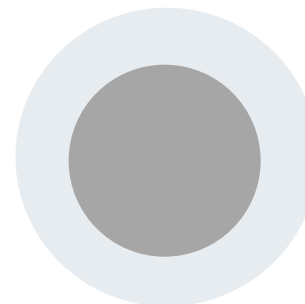
Oxid uhličitý, podobně jako ostatní skleníkové plyny, propouštějí na zemi sluneční záření, ale absorbují tepelné záření vycházející ze země do vesmírného prostoru.

Již koncem 19. století spočítal pozdější nositel Nobelovy ceny Swante Arrhenius, že zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře povede ke zvýšení teploty ovzduší.

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



Ovzduší (rok 1800):
3 500 miliard t CO₂
koncentrace 0,28 ‰
výchozí teplota



Ovzduší (rok 2015):
5 000 miliard t CO₂
koncentrace 0,40 ‰
výchozí teplota + 1 ° C

Kyslík (atomová hmotnost 16) je těžší, než uhlík (atomová hmotnost 12), proto je hmotnost hořením vzniklého oxidu uhličitého (CO₂) 3,67 krát vyšší, než hmotnost spáleného uhlíku (C):

$$(12 + 2 \cdot 16) / 12 = 44 / 12 = 11 / 3 = 3,67$$

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**

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

Jedinou cestou ke snížení antropogenní produkce CO₂ je spalovat méně fosilních paliv.

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

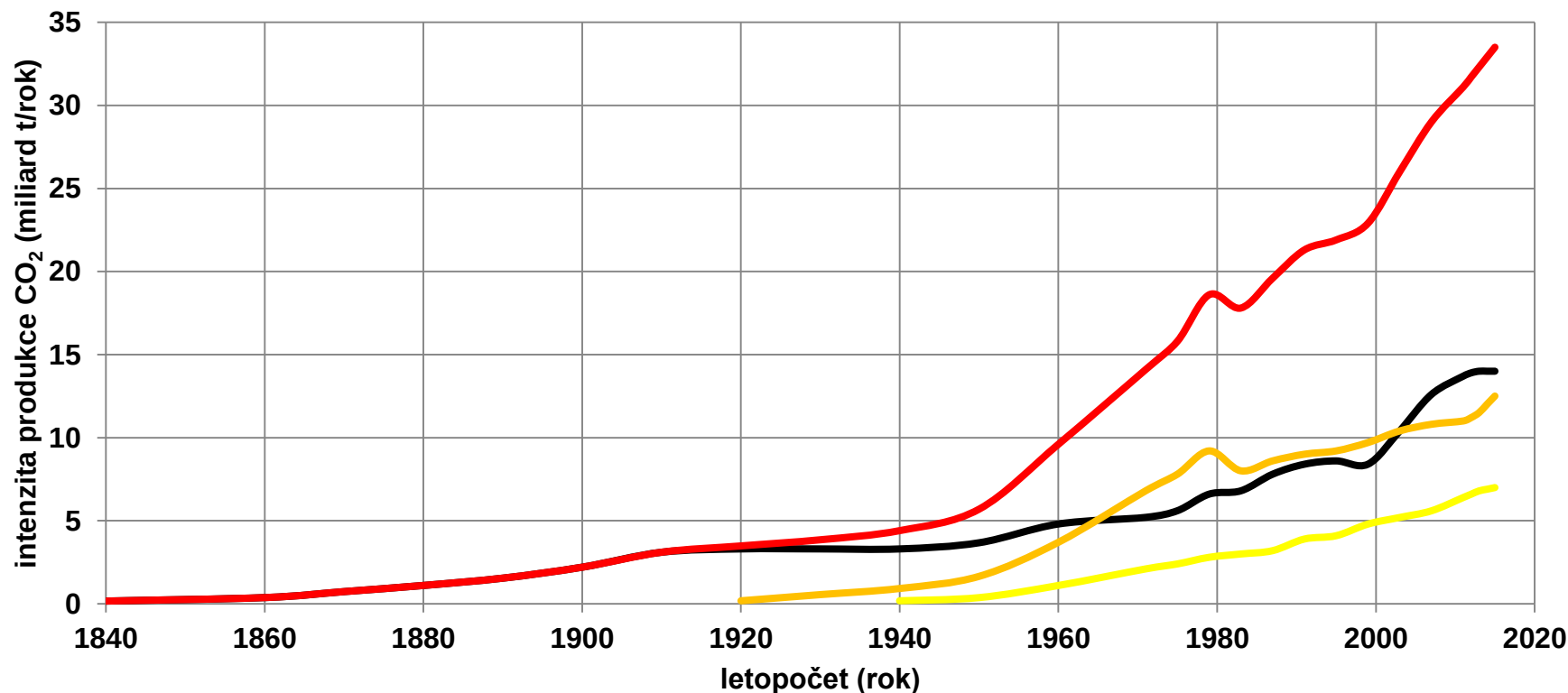
Intenzita produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv

SIEMENS

Ingenuity for life

intenzita produkce CO₂ spalováním fosilních paliv

— uhlí — ropa — zemní plyn — celkem



Realita roku 2015: 7,3 miliardy obyvatel Země vyprodukovalo 32 miliardy tun CO₂/rok.

Předchozí roky nárůst intenzity produkce CO₂: cca o 0,6 miliardy tun/rok za rok

Struktura antropogenní produkce oxidu uhličitého

celosvětová produkce CO₂ od fosilních paliv (2015)

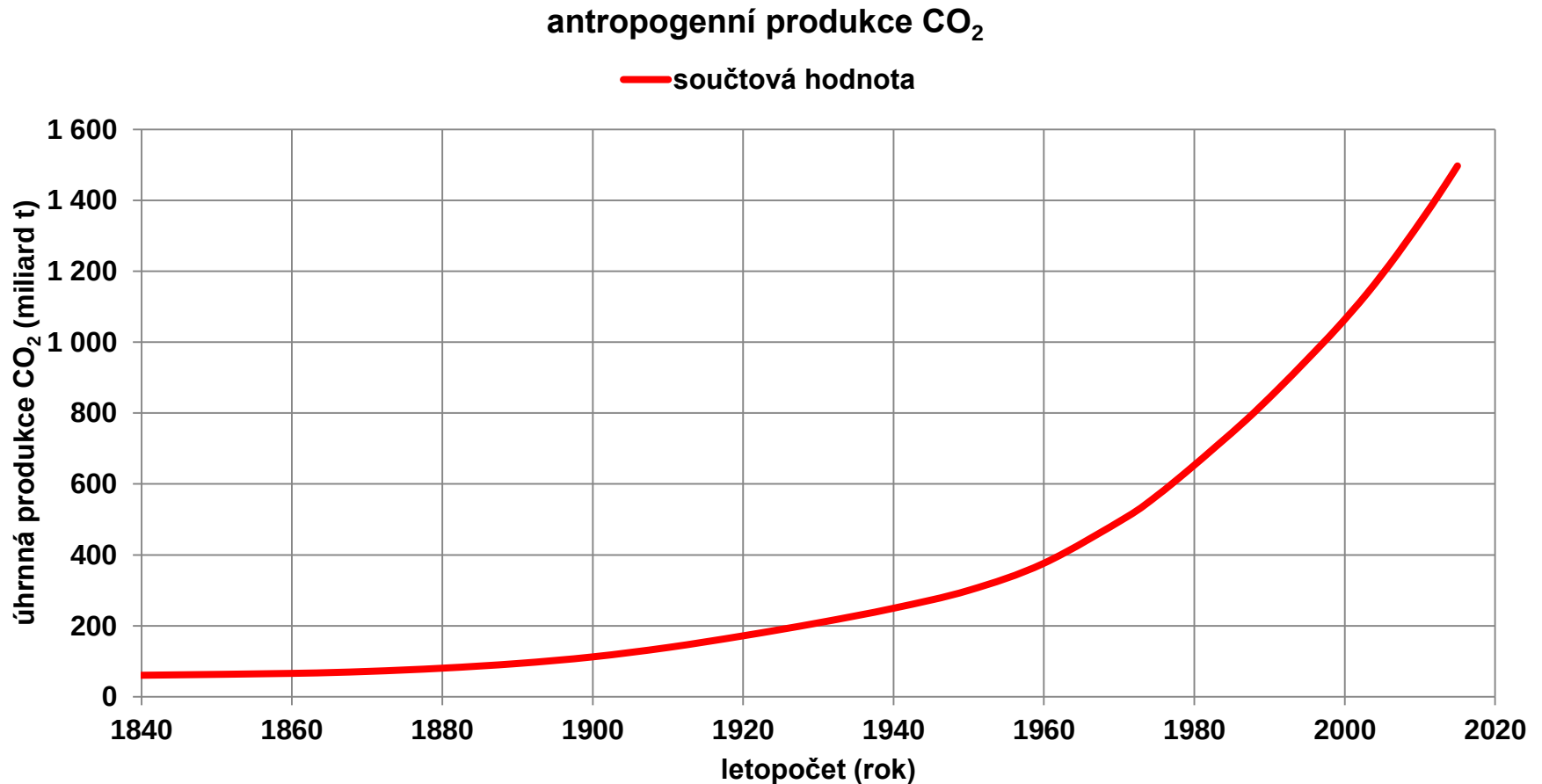
	roční spotřeba energie	měrná uhlíková stopa	roční produkce CO ₂
	bil. kWh/rok	kg/kWh	mld. t/rok
uhlí	39	0,36	14
ropa	42	0,26	11
zemní plyn	33	0,21	7
celkem	115	0,28	32

Realita roku 2015:

7,3 miliardy obyvatel Země vyprodukovalo 32 miliardy tun CO₂/rok.

Úhrnná hodnota produkce CO₂ spalováním fosilních paliv (integrál roční intenzity produkce CO₂)

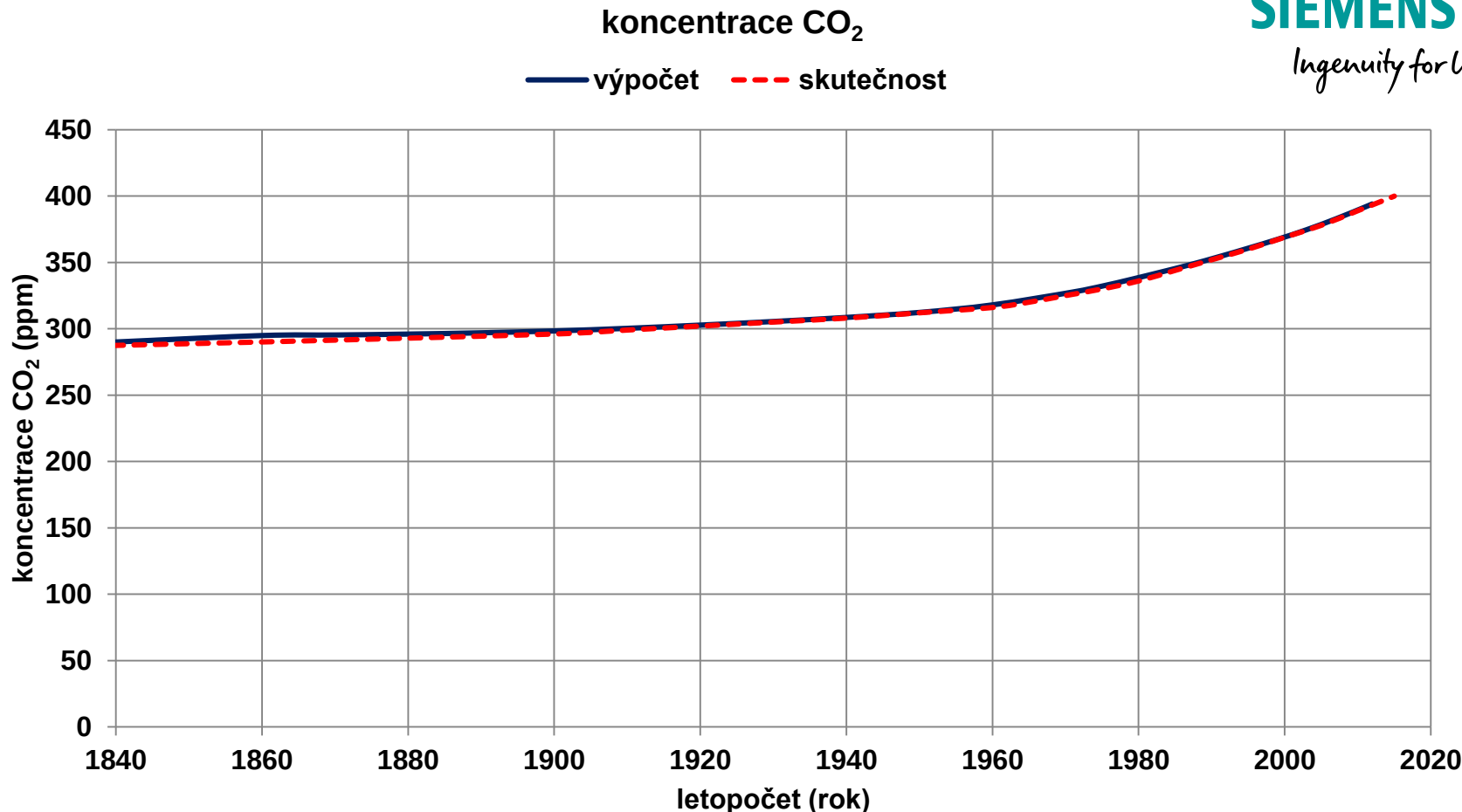
SIEMENS
Ingenuity for life



Do ovzduší již bylo přidáno k 3 500 mld. t dalších více než 1 500 mld. t CO₂

Validace: kontrola shody výpočtu koncentrace CO₂ s měřením SIEMENS

Ingenuity for life



Shoda výpočtu koncentrace CO₂ v ovzduší podle statistik těžby fosilních s měřením je velmi přesná, zákon zachování hmoty funguje.

Uhlík z veškerého vytěženého uhlí, ropy a zemního plynu je ve formě CO₂ v ovzduší nad námi, neztrácí se.

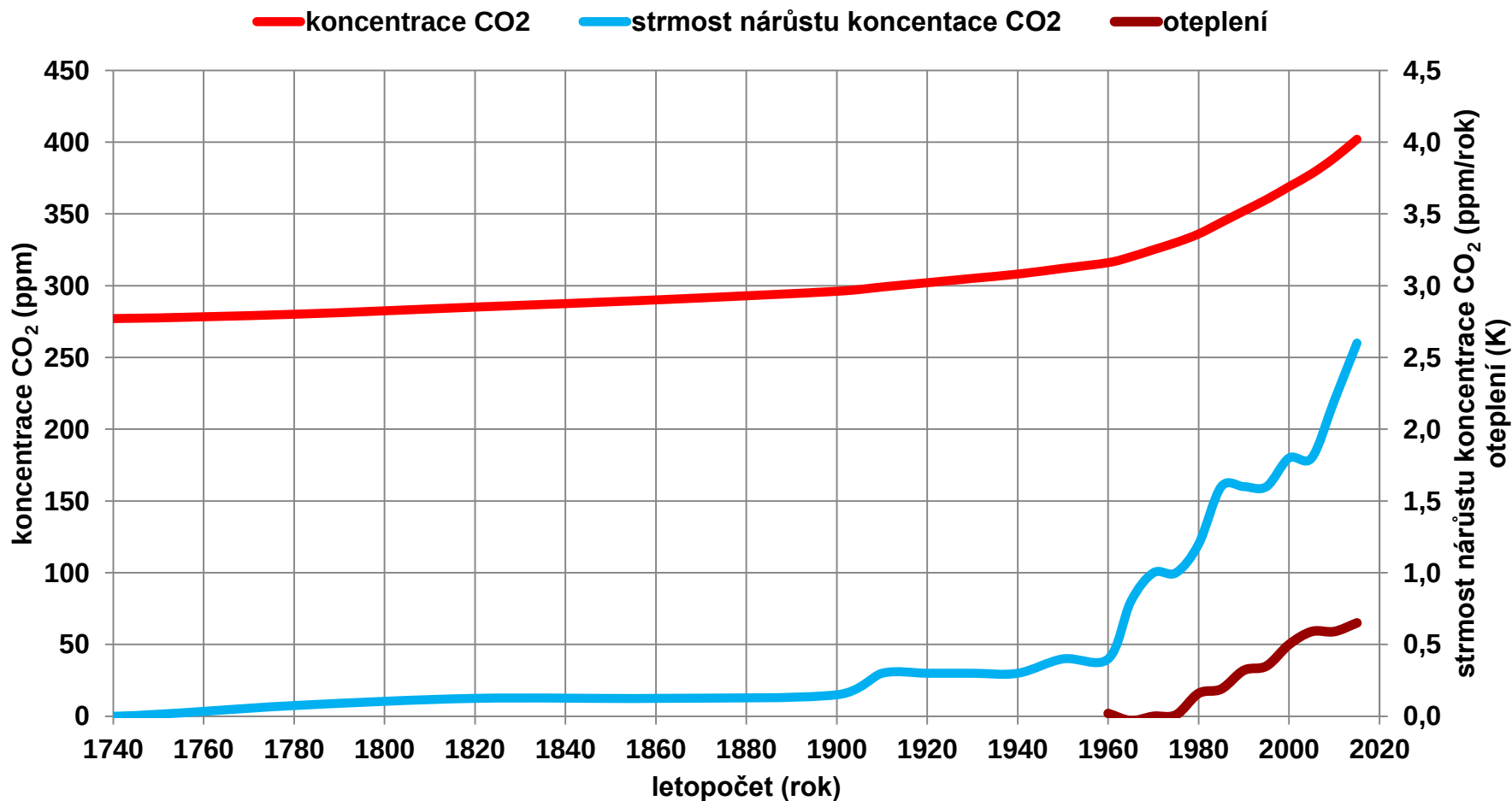
=> uhlík z podzemí jsme přestěhovali na oblohu.

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

Důsledky spalování fosilních paliv

Koncentrace CO₂ roste v posledních létech o 2,6 ppm/rok

Vývoj koncentrace CO₂ v zemském obalu

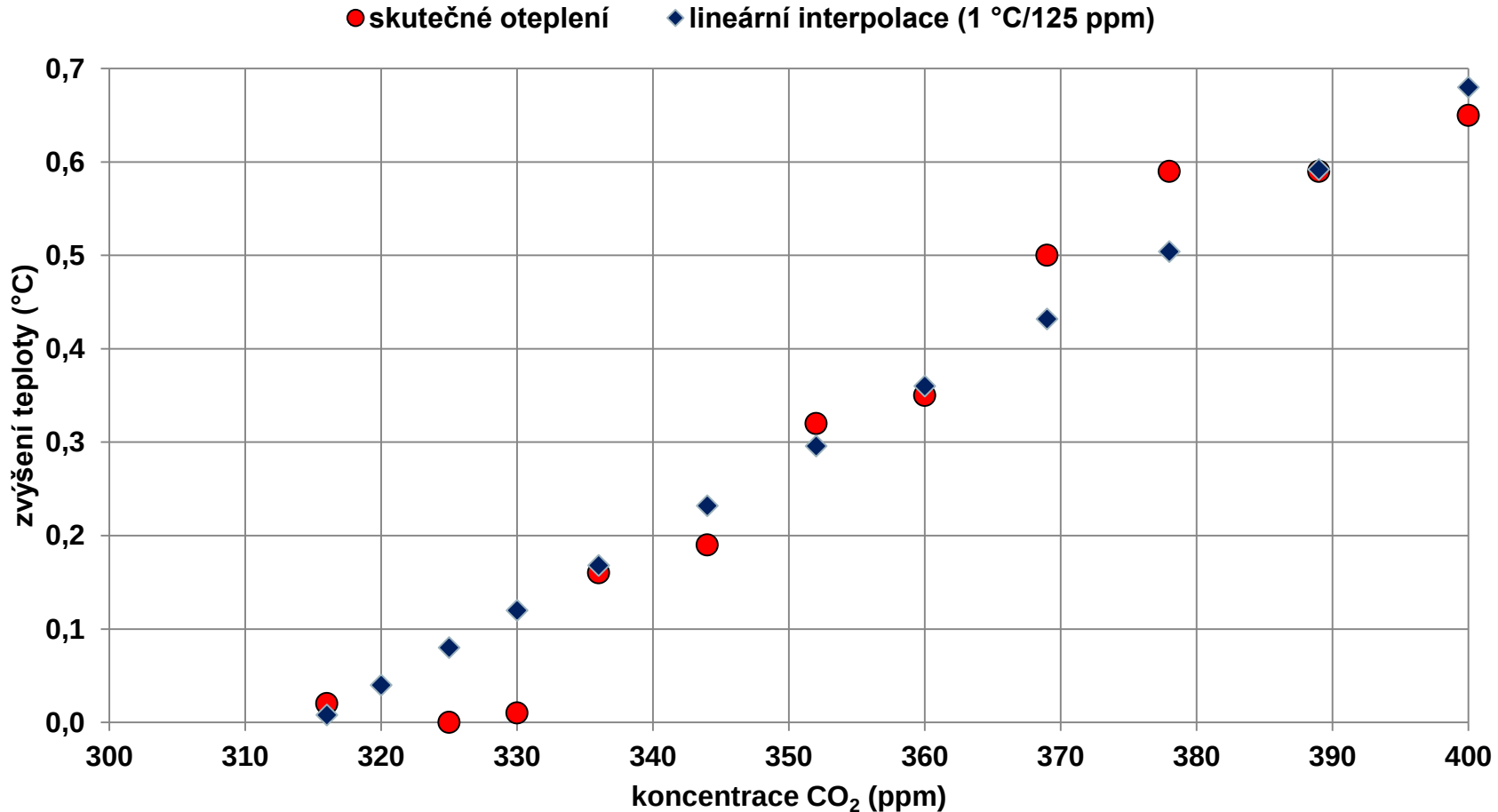


Vliv růstu koncentrace CO₂ v na oteplení Země

SIEMENS

Ingenuity for life

závislost zvýšení střední teploty Země na koncentraci CO₂ (1960 až 2015)



Při zvýšení koncentrace CO₂ o 125 ppm vzrostla střední teplota Země o cca 1 ° C.

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

Oproti době předindustriální již jsme v ovzduší zvýšili množství oxidu uhličitého z cca 3 500 miliard tun (280 ppm) na současných cca 5 000 miliard tun (400 ppm) a střední roční teplotu země jsem zvedli o cca 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).**

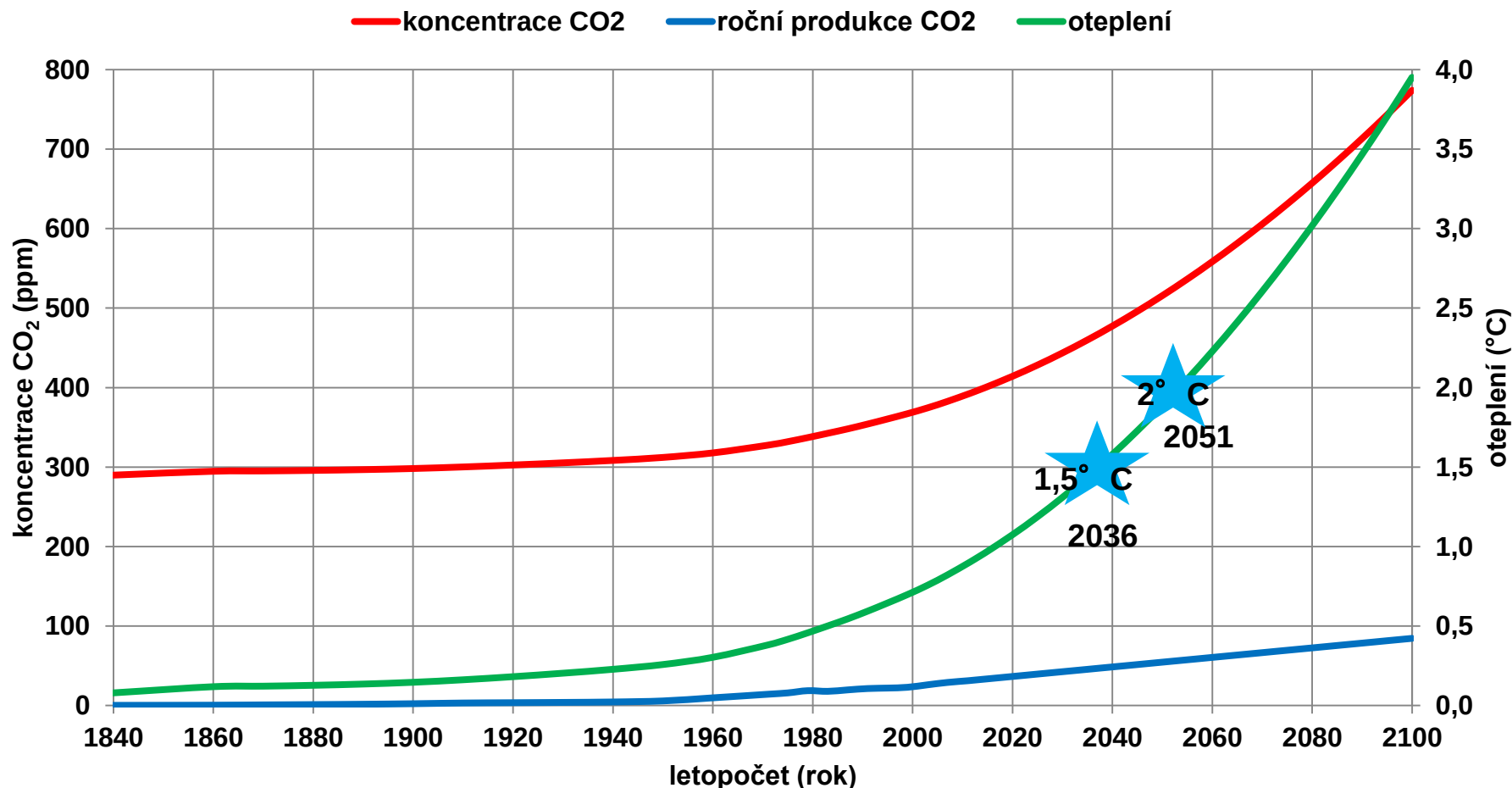
V měřítku času lidského žití se atmosférický oxidu uhličitý neodobourává – jednou dosažitelná úroveň

=> dosažení maximální koncentrace CO₂ zemské atmosféry (a tím i oteplení Země) zůstane zachována i po skončení antropogenní produkce CO₂.

1. alternativní scénář dalšího spalování fosilních paliv

Pokračování progrese intenzity produkce + 0,6 miliard t CO₂/rok za rok: **SIEMENS**
Ingenuity for life
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)



Známé zásoby fosilních paliv

potenciál uhlíkové stopy (ověřené zásoby fosilních paliv)												
	výchozí (1700)			dosud (2015)			ještě k dispozici			celkem		
palivo	produkce	koncentrace	oteplení	produkce	koncentrace	oteplení	produkce	koncentrace	oteplení	produkce	koncentrace	oteplení
	mld. t CO ₂	ppm CO ₂	°C	mld. t CO ₂	ppm CO ₂	°C	mld. t CO ₂	ppm CO ₂	°C	mld. t CO ₂	ppm CO ₂	°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.

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 v budoucnu bezcenných zásob.

Poselství nízkých cen fosilních paliv:

„Nakupujte u nás, nešetřete, neinvestujte do obnovitelných zdrojů!“

Podíl obyvatele ČR na produkci oxidu uhličitého

Obyvatelstvo a exhalace (odhad úrovně roku 2015)			
	počet obyvatel	produkce CO ₂	měrná prod. CO ₂
objekt	mil. osob	mil. t/rok	t/osobu/rok
svět	7 300	32 100	4,4
podíl světa	100%	100%	100%
ČR	10,6	117	11,1
podíl ČR	0,14%	0,36%	252%
EU	503	3 700	7,4
podíl EU	7%	12%	167%
Čína	1 300	8 000	6,2
podíl Číny	18%	25%	140%

Čína je větším producentem CO₂ než ČR, ale Čech je větším producentem CO₂, než Číňan.

Nahraditelnost fosilních paliv

bilance roku 2015		
roční energie slunečního záření na Zemi	bil. kWh	1 522 516
střední výkon slunečního záření na Zemi	bil. kW	174
roční energie fosilních paliv	bil. kWh	114
střední výkon spalování fosilních paliv	bil. kW	0,013
ekvivalentní doba slunečního svitu	min	39
poměr výkonu slunečního svitu k fosilním palivům		13 322
poměr výkonu fosilních paliv ke slunečnímu svitu	‰	0,08

Energii roční spotřeby všech druhů fosilních paliv (uhlí, ropy a zemního plynu) dodá slunce Zemi v průběhu 39 minut, za rok je to 13 322 krát více.

Obnovitelné zdroje mohou nahradit zdroje fosilní. Jen je potřeba se naučit:

- přeměňovat je na elektřinu: přímo (FV), přes potenciální energii vody a přes kinetickou energii větru,
- kombinovat zdroje energie, řídit spotřebiče energie, transportovat energii a skladovat energii.

Strategie odklonu od používání fosilních paliv

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.

Aktuálně (roky 2015 až 2017) je spalováním fosilních paliv vytvářeno zhruba 32 miliard t CO₂/rok. Podařilo se zastavit růst, ale nenastává pokles.

Jak hospodařit s posledními 750, respektive 1 500 miliard t CO₂, patří k nejzávažnějším manažerským rozhodnutím v dějinách lidstva.

V principu jsou dvě možnosti:

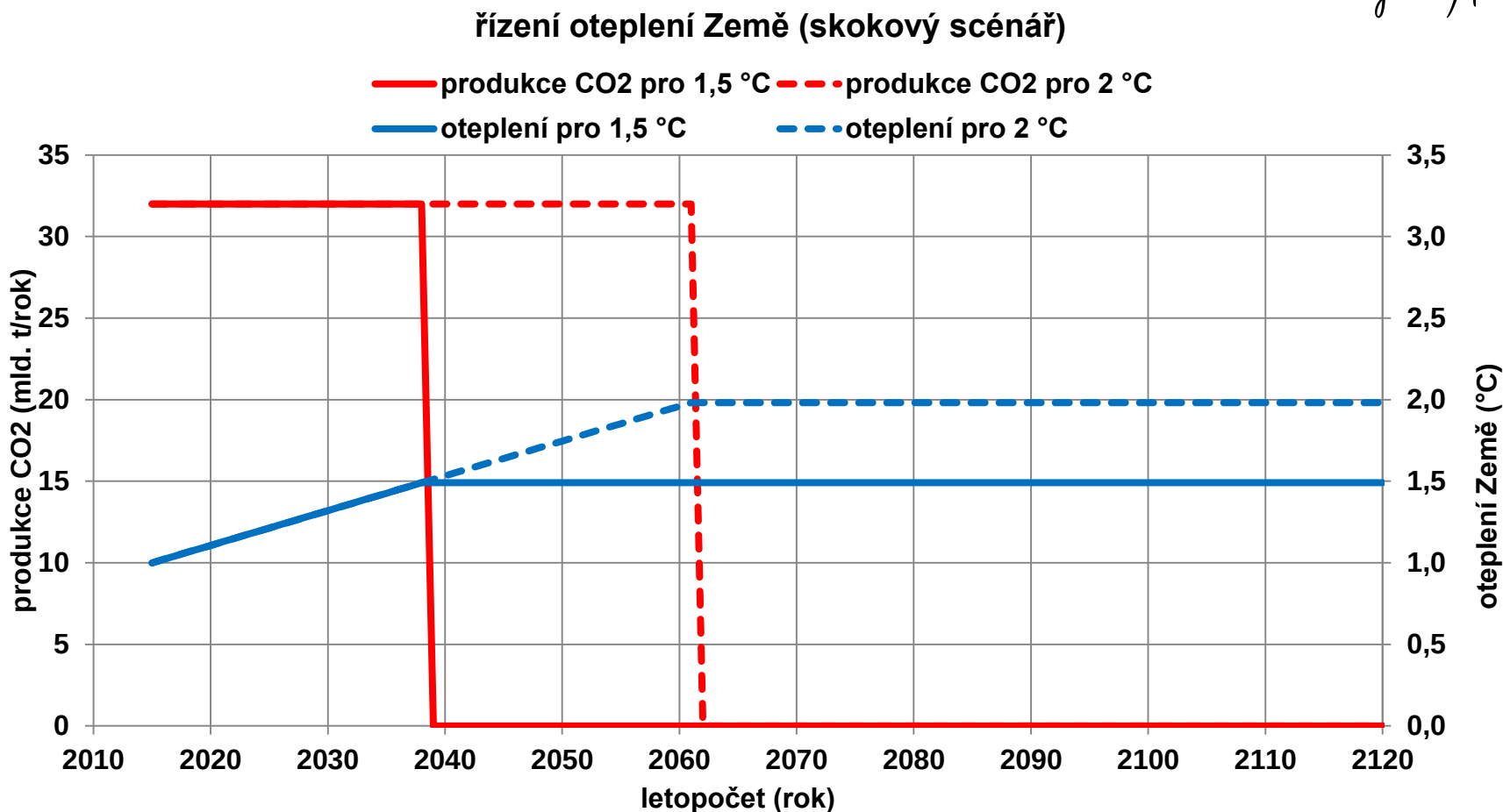
- a) začít snižovat spotřebu fosilních paliv ihned,**
- b) ještě několik let pokračovat v současné úrovni spotřeby fosilních paliv a pak teprve snižovat jejich spotřebu**

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

Skokový scénář ukončení spotřeby fosilních paliv

SIEMENS

Ingenuity for life



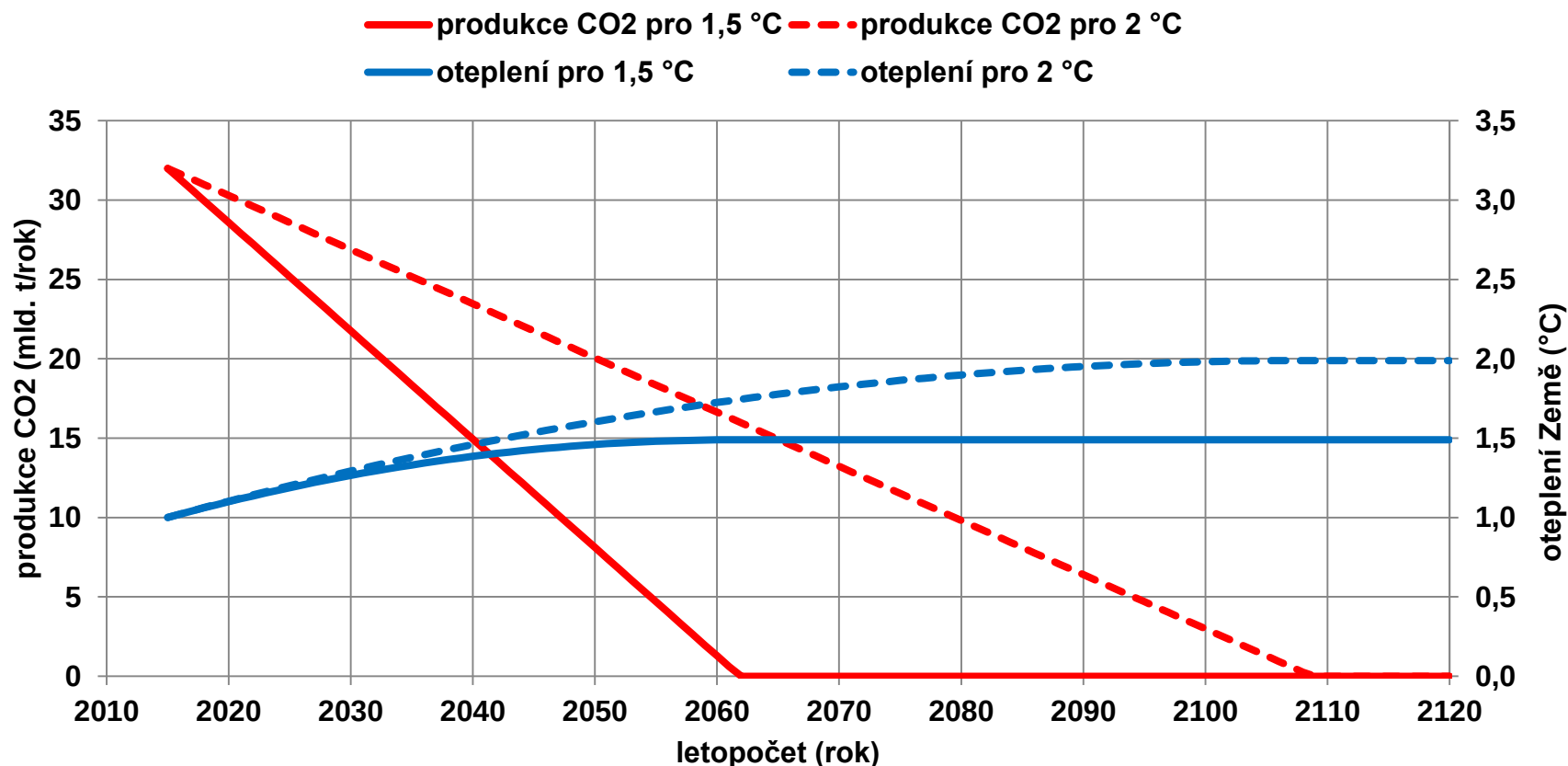
Při pokračování spotřeby fosilních paliv na úrovni roku 2015 dosáhne oteplení Země mezní hodnotu 1,5 °C za 23 let, respektive respektive 2 °C za 47 let.

Plynulý scénář ukončení spotřeby fosilních paliv

SIEMENS

Ingenuity for life

řízení oteplení Země (plynulý scénář)



Plynulý pokles prodlouží dobu používání fosilních paliv na dvojnásobek.

Ovšem za podmínky bezodkladného zahájení poklesu.

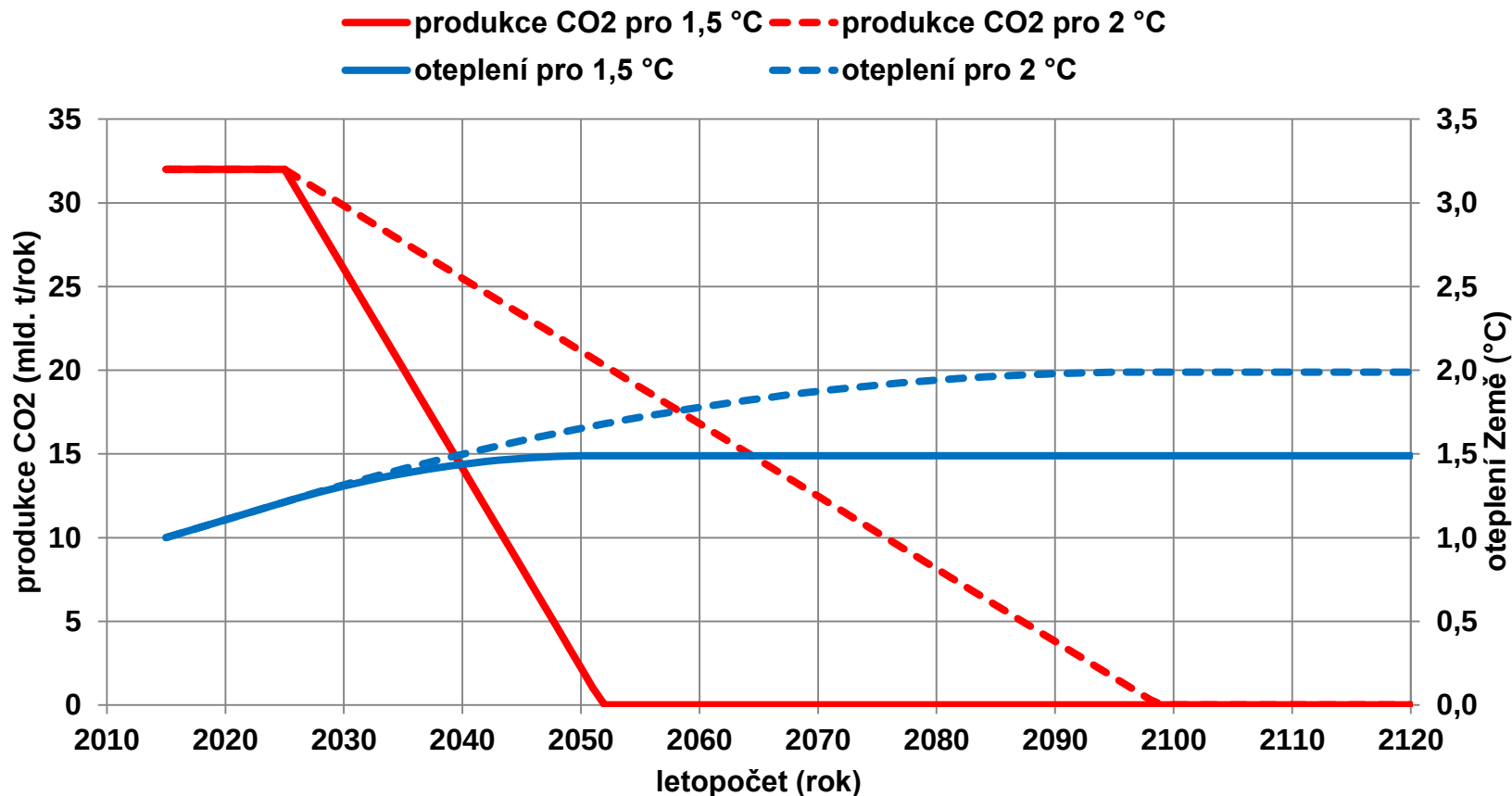
© Siemens, s.r.o. 2010. Všechna práva vyhrazena.

Plynulý scénář ukončení spotřeby fosilních paliv

SIEMENS

Ingenuity for life

řízení oteplení Země (plynulý scénář s odkladem 10 let)



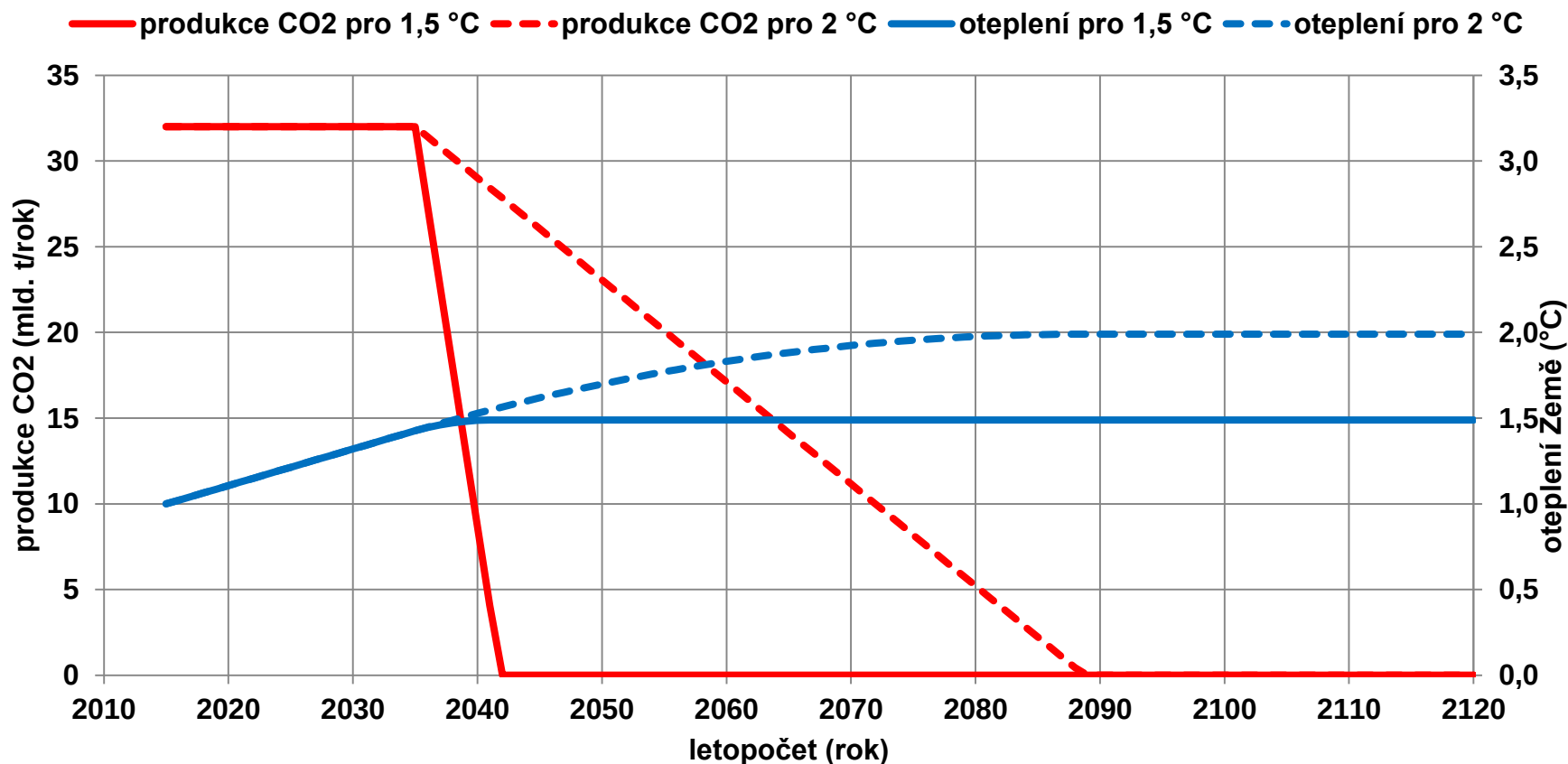
Odklad zahájení poklesu spotřeby o deset let zkrátí možnou dobu poklesu spotřeby o dvacet let.

Plynulý scénář ukončení spotřeby fosilních paliv

SIEMENS

Ingenuity for life

řízení oteplení Země (plynulý scénář s odkladem 20 let)



Odklad zahájení poklesu spotřeby o dvacet let zkrátí možnou dobu poklesu spotřeby o čtyřicet let.

Produkce oxidu uhličitého je daná součinem podílu fosilních paliv v energetickém mixu, jejich uhlíkovou stopou a reciproké hodnoty energetické účinnosti:

$$u = f \cdot u_f \cdot \eta^{-1}$$

u ... výsledná měrná uhlíková stopa (kg CO₂/kWh),

f ... relativní podíl fosilních paliv (doplňková hodnota k relativnímu podílu obnovitelných zdrojů energie),

u_f ... měrná uhlíková stopa fosilních paliv (kg CO₂/kWh),

η ... energetická účinnost.

Měrná uhlíková stopa jednotlivých uhlovodíkových paliv se poněkud liší v závislosti na poměru uhlíku a vodíku v jejich struktuře, avšak rozdíly nejsou velké:

- čistý (100 %) uhlík 0,40 kg CO₂/kWh
- uhlí 0,36 kg CO₂/kWh,
- ropné produkty cca 0,27 kg CO₂/kWh,
- zemní plyn zhruba 0,21 kg CO₂/kWh.

Zásadní cesta ke snížení produkce oxidu uhličitého proto není v náhradě jednoho druhu fosilního paliva jiným druhem fosilního paliva, ale v kombinaci dvou kroků:

- zvýšení energetické účinnosti (snížení spotřeby energie),
- zvýšení podílu obnovitelných zdrojů (snížení podílu fosilních paliv).

Nevratné změny klimatu způsobené spalováním fosilních paliv (uhlí, ropa, zemní plyn) již přesáhly únosnou mez.

Svět se rozhodl tato paliva postupně přestat používat – nahradit je z části úsporami energie a z části obnovitelnými zdroji.

Summit EU 23. 10. 2014 (SN 79/14)

Cíle v oblasti energetiky a klimatu do roku 2030:

- **snížit produkci oxidu uhličitého o 40 %,**
- **podíl obnovitelných zdrojů energie zvýšit na 27 %,**
- **zvýšit energetickou účinnost (snížit spotřebu energie) o 27 % (indikativně).**

Zimní energetický balíček EU (30.11.2016):

- **třetí cíl (snížení spotřeby energie) zpřísnit na 30 % a učinit jej závazným.**

Evropská rada a Evropský parlament se v červnu 2018 usnesly tyto cíle ještě více přitvrdit, a to na 32 %.

Evropská politika v oblasti klimatu a energetiky

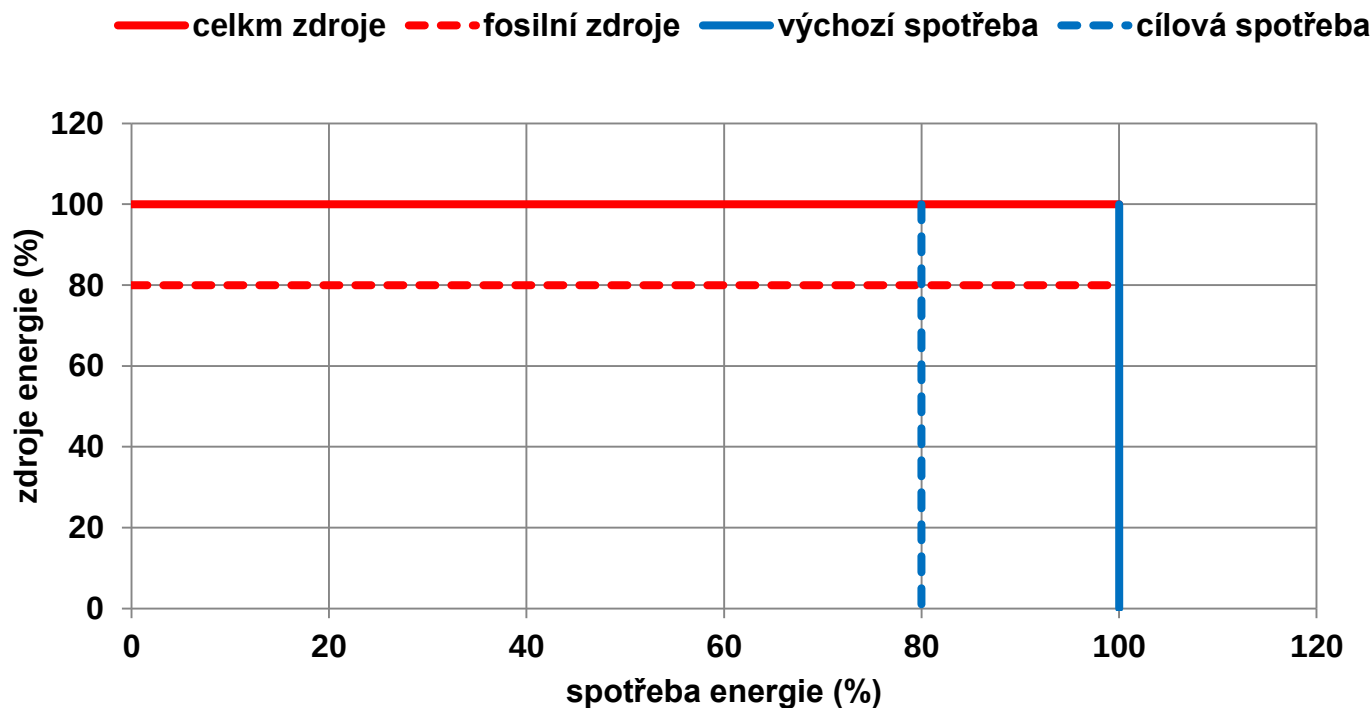
SIEMENS

Ingenuity for life

EU program do roku 2020:

- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na **20** %,
- zvýšit energetickou účinnost o **20** %,
- snížit produkci oxidu uhličitého proti roku 1990 o 20%.

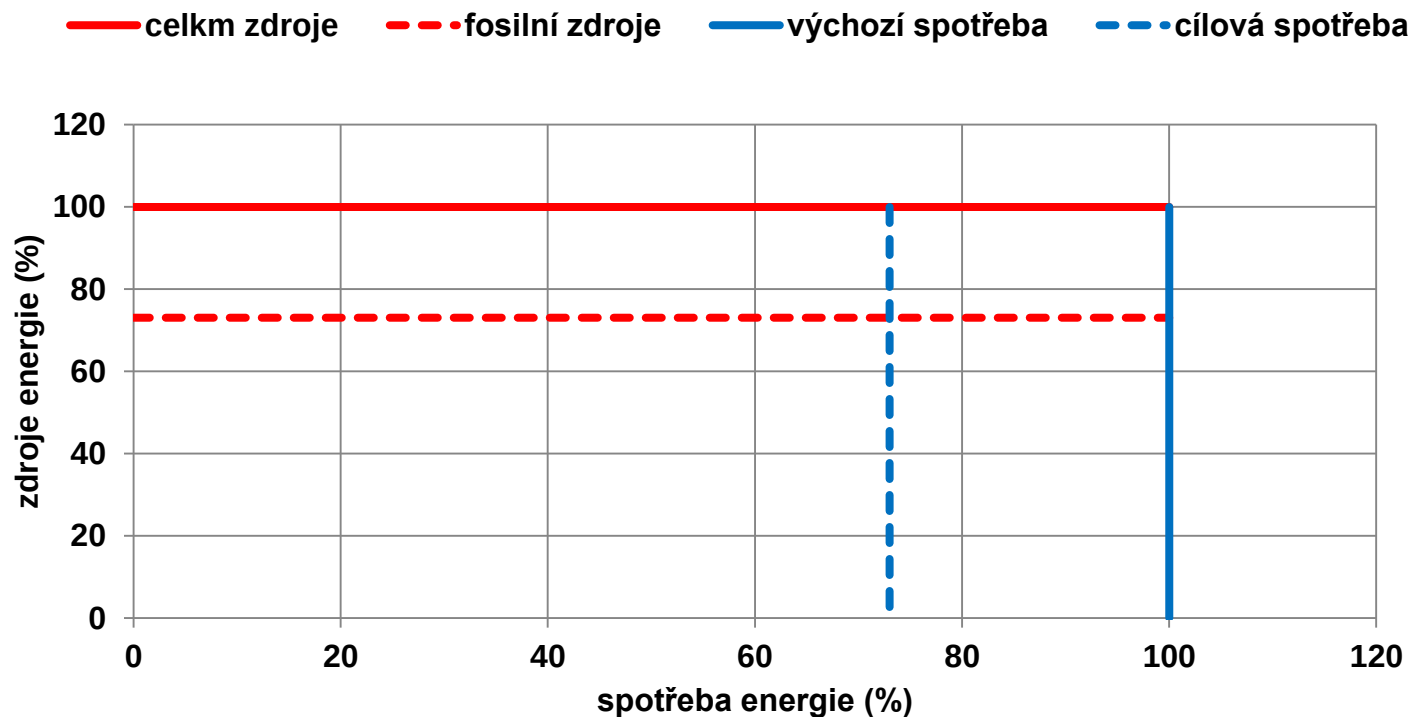
politika EU v oblasti energetiky a klimatu do roku 2020



Říjen 2014 - EU summit k Politice v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030:

- zvýšit podíl obnovitelných zdrojů na **27 %**,
- zvýšit energetickou účinnost o **27 %**,
- snížit produkci oxidu uhličitého proti roku 1990 o 40%.

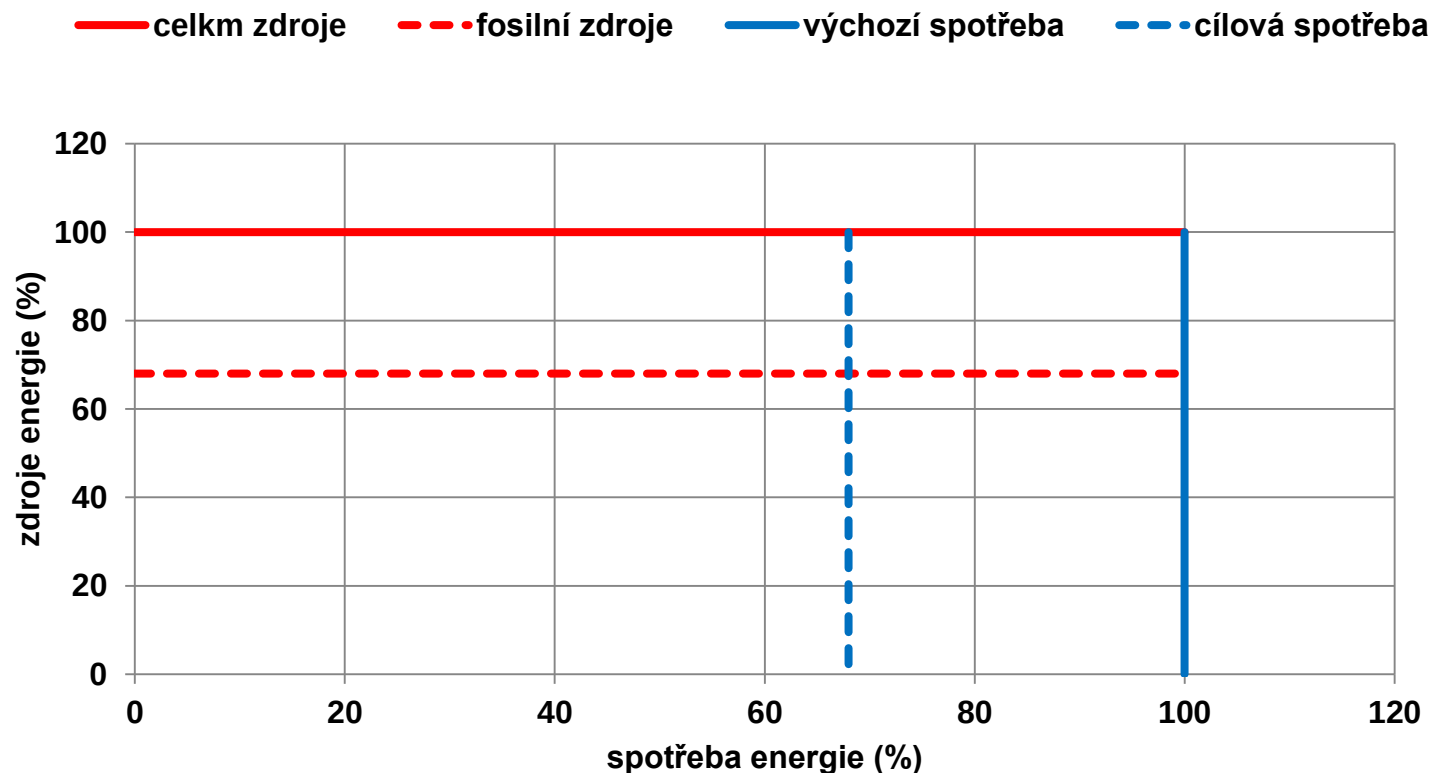
politika EU v oblasti energetiky a klimatu do roku 2030



Červen 2018: Evropský parlament a Evropská rada – zpřísnění cílů do roku 2030:

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

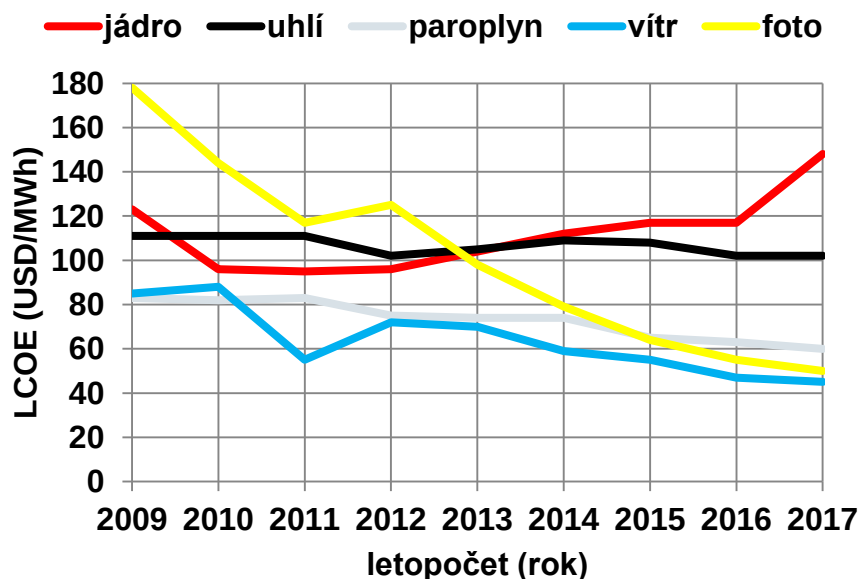
politika EU v oblasti energetiky a klimatu do roku 2030 ER EP



Energie, kterou lidstvo získává spalováním fosilních paliv za celý rok (116 bilionů kWh) dodává Slunce Zemi každých 40 minut. Bez globálních exhalací, nevratně měnících klima. Bez lokálních exhalací, poškozujících lidské zdraví.

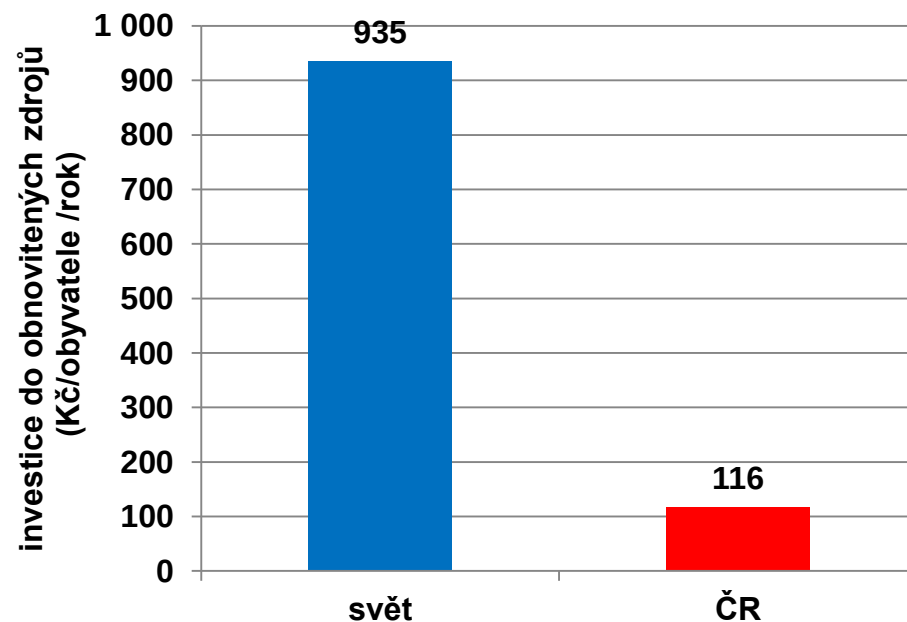
Technická řešení pro bezemisní energetiku již jsou k dispozici a kromě environmentálních předností získávají i ekonomickou převahu – stávají se nejlevnějšími zdroji energie.

Lazard: Vývoj cen elektrické energie (LCOE)



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

Investice do obnovitelných zdrojů (2017)
zdroj: Bloomberg New Energy Finance



Podíl dopravy na spotřebě energie

SIEMENS

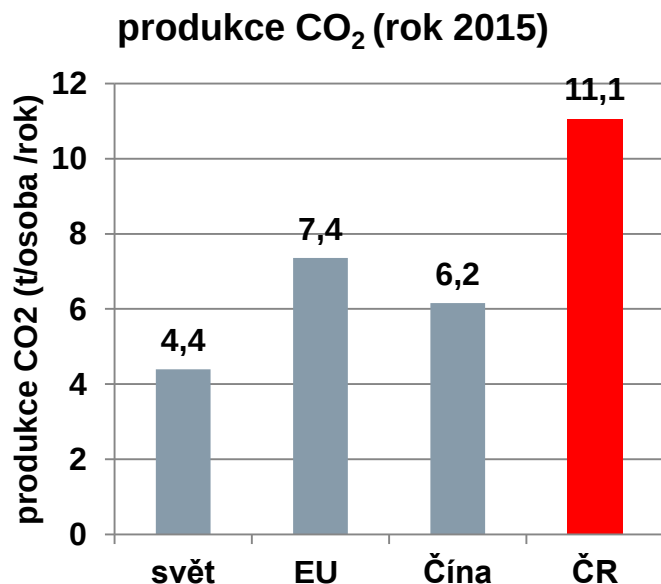
Ingenuity for life

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

Omlouváme to tvrzením, že jsme průmyslovou zemí.

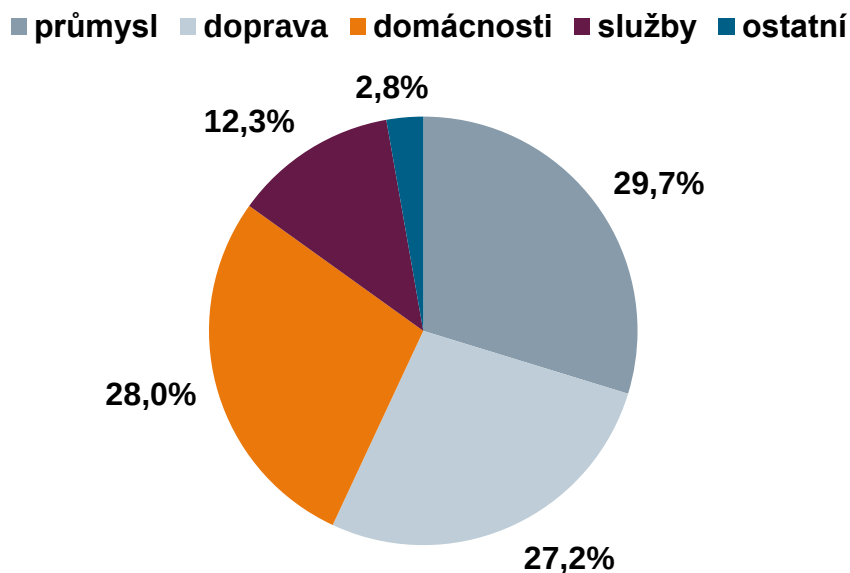
Průmysl se ale na spotřebě energie nepodílí sám:

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



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

struktura konečné spotřeby energie v ČR
2016

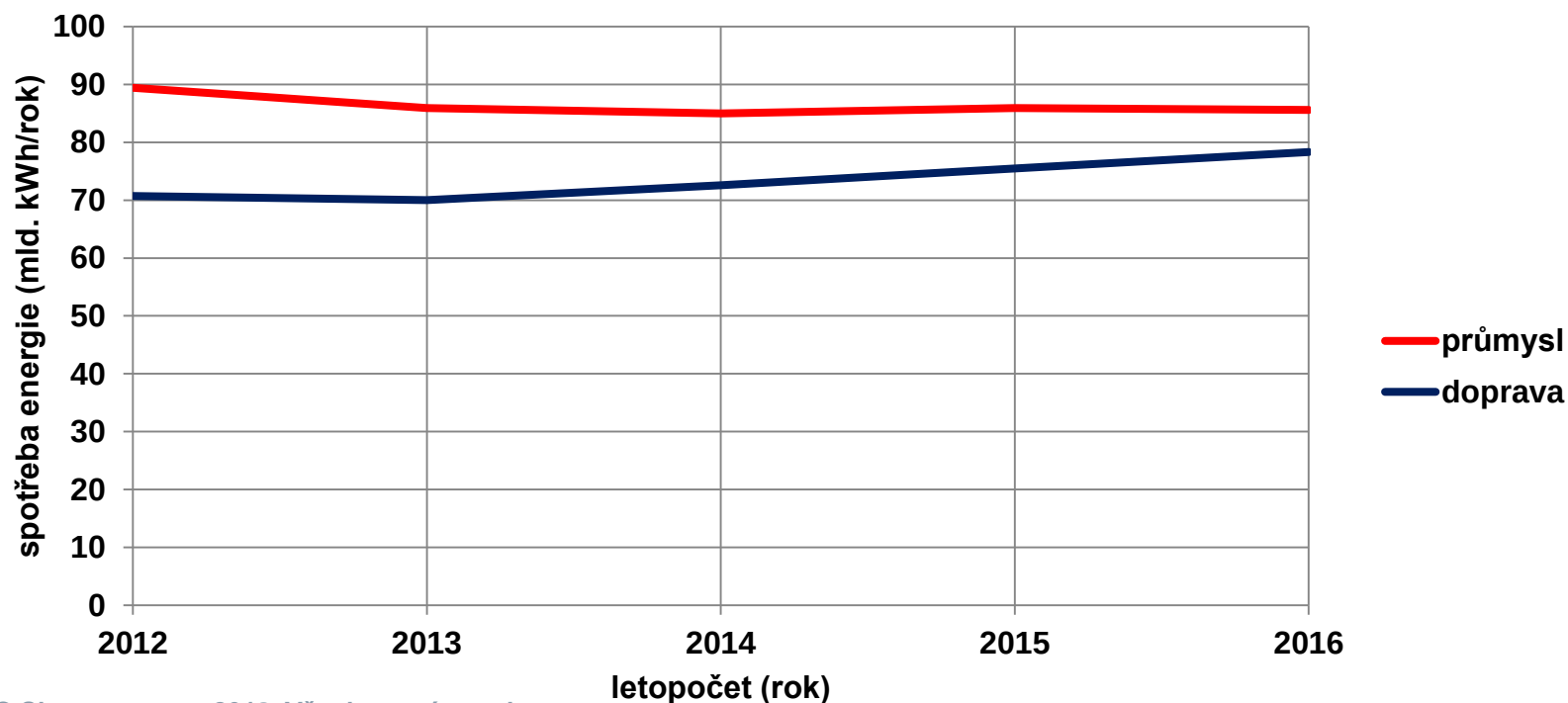


Energie pro dopravu v ČR

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

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

struktura konečné spotřeby energie v ČR



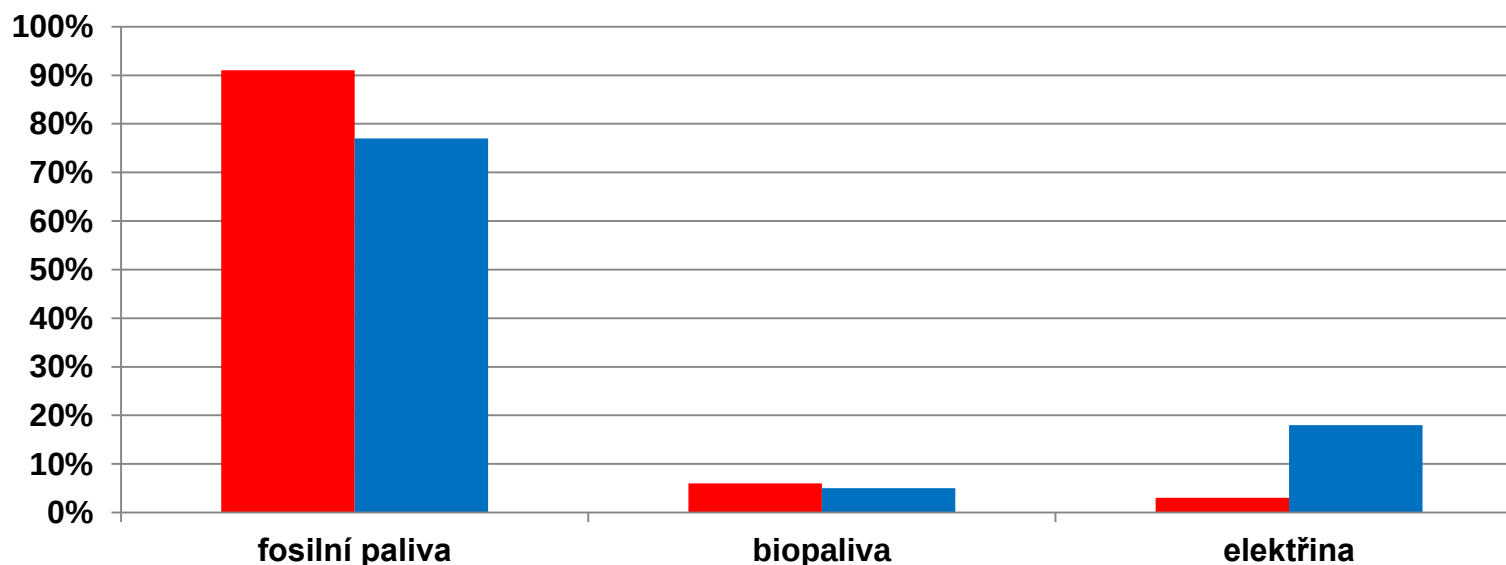
Energie pro dopravu

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

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

ČR: struktura energií pro dopravu

■ spotřeba energie ■ přepravní výkon



Nejen globální, ale i lokální exhalace

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

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

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

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

Spalovací motory i těch nejvyšších emisních tříd produkují jemné prachové částice PM 2,5 (velkost 2,5 μm), které pronikají sliznicemi do krevního řečiště.

Tyto částice na sebe váží jedovaté polyaromatické uhlovodíky (PAH), zejména benzo(a)pyren.

Výzkum za účasti Ústavu experimentální medicíny Akademie věd ČR prokázal, že jejich zvýšená koncentrace v ovzduší zvyšuje výskyt závažných onemocnění:

- autismu,**
- poruch kognitivních funkcí u dětí,**
- onemocnění depresí,**
- incidenci demence,**
- výskyt Parkinsonovy choroby,**
- ovlivňují koncentraci proteinu BDNF.**

Nejen globální, ale i lokální exhalace

SIEMENS

Ingenuity for life

Léta se nechalo obyvatelstvo i politická reprezentace uklidnit přesvědčením, že nové automobily vyšších emisních tříd jsou zdraví neškodné. Avšak jak se ukázalo, by to klam:

- mnoho vozidel získalo emisní certifikáty podvodem, vlivem spalování při vysokých teplotách produkují řádově více toxického NO₂, než je přípustné,**
- předepsané testy nepokrývají všechny provozní stavy,**
- mnoho vozidel je provozováno s nefunkčními filtry pevných částic,**
- kromě škodlivin posuzovaných při hodnocení emisí produkují spalovací motory i další škodliviny (zejména jemné prachové částice PM 1, PM 2,5 a polyaromatické uhlovodíky PAH),**
- dovážená použitá vozidla nejsou hodnocena podle aktuálních předpisů, ale podle předpisů platných v době jejich výroby.**

Přenos informací moderními elektronickými technologiemi má velmi vysokou rychlost a nízkou energetickou náročnost. Proto se může rozvíjet velmi intenzivně i na velké vzdálenosti do odlehlých území (mobilní telefonní sítě, internet, ...)

Doprava osob a zboží po rozsáhlejším území však naráží na dva limity:

- časovou náročnost (nepřímo úměrnou rychlosti: $T = L / v$),
- energetickou náročnost (úměrnou druhé mocnině rychlosti: $A = L \cdot k \cdot v^2$)

Avšak lidská společnost potřebuje takové formy mobility, které jsou:

- rychlé,
- energeticky nenáročné.

=> zadání (společenská poptávka): jezdit rychle a přitom energeticky nenáročně

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 ($F_a = 0,5 \cdot \rho \cdot C_x \cdot S \cdot v^2$),
- účinnosti pohonů (η).

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

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),

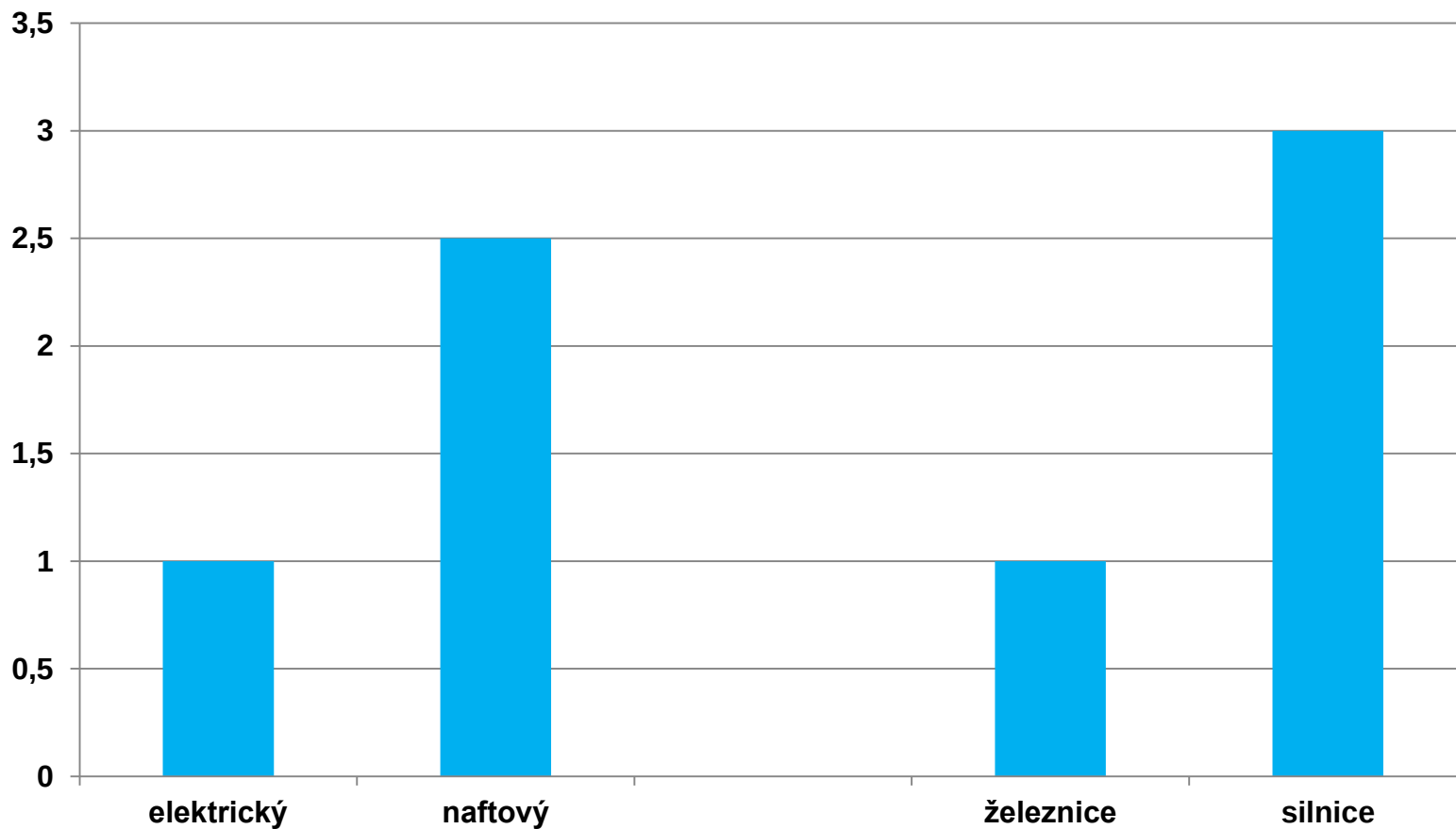
b) elektrický motor: cca 92 % (elektrická energie vyrobitelná i z obnovitelných zdrojů)

Ideální vozidlo:

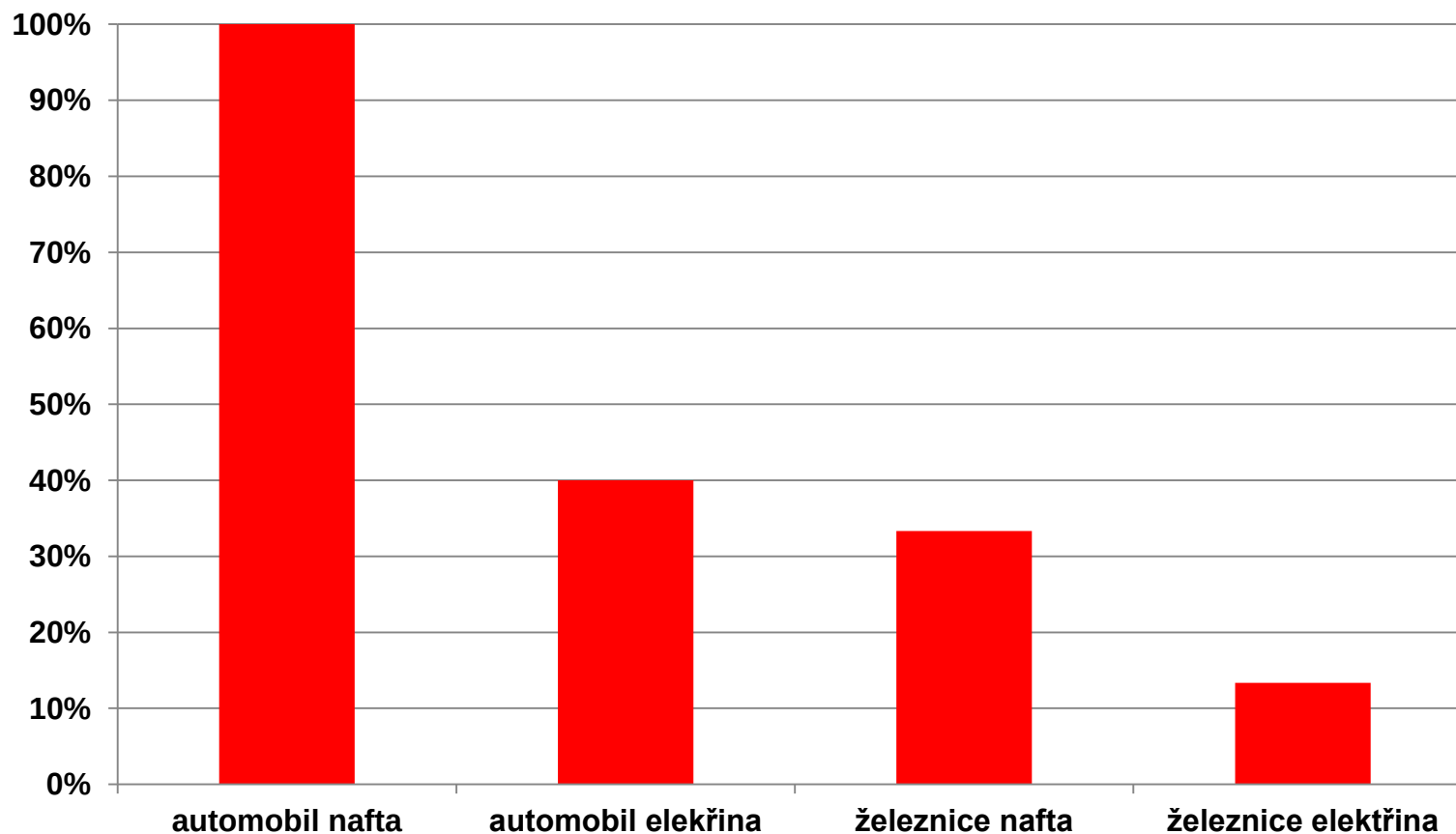
- nízký součinitel valivého odporu f_v (tvrdá kola, tvrdá jízdní dráha),
štíhlý aerodynamický tvar $C_x \cdot S$,
- vysoká účinnost pohonu η



poměrná energetická náročnost dopravy



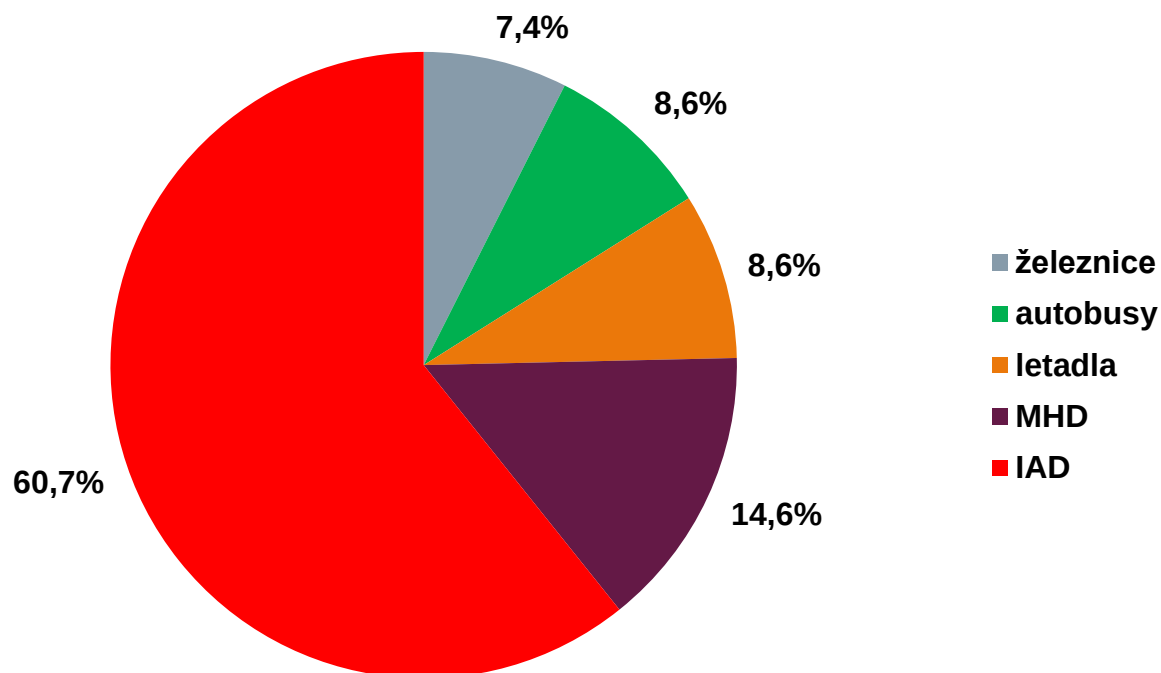
poměrná energetická náročnost dopravy



Struktura mobility osob v ČR

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

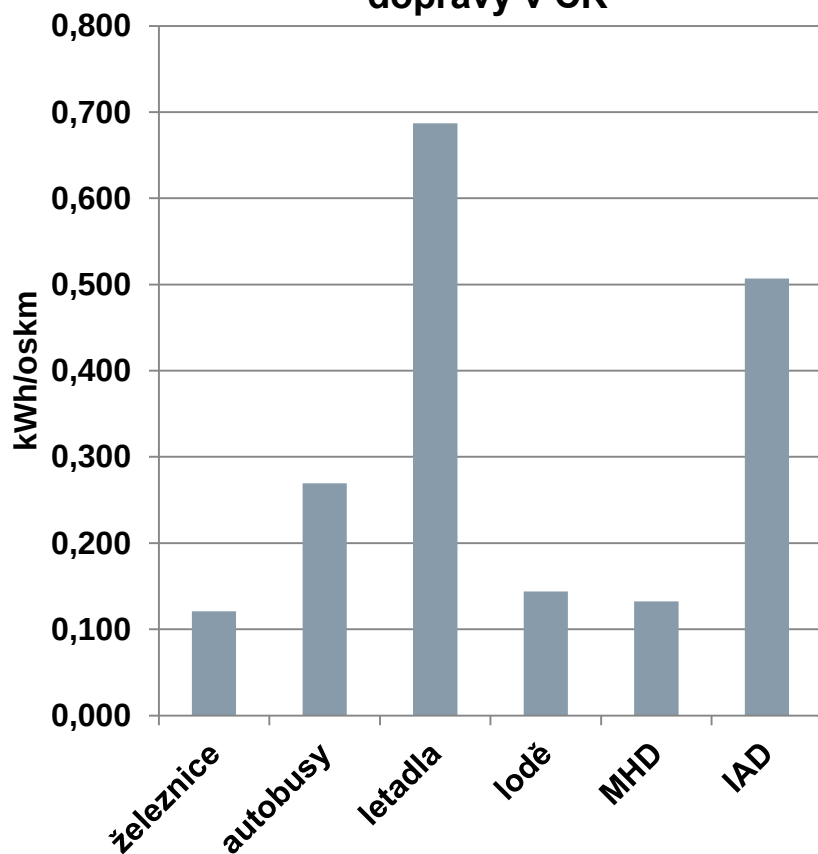
podíl na přepravních výkonech osobní dopravy (ČR, 2016)



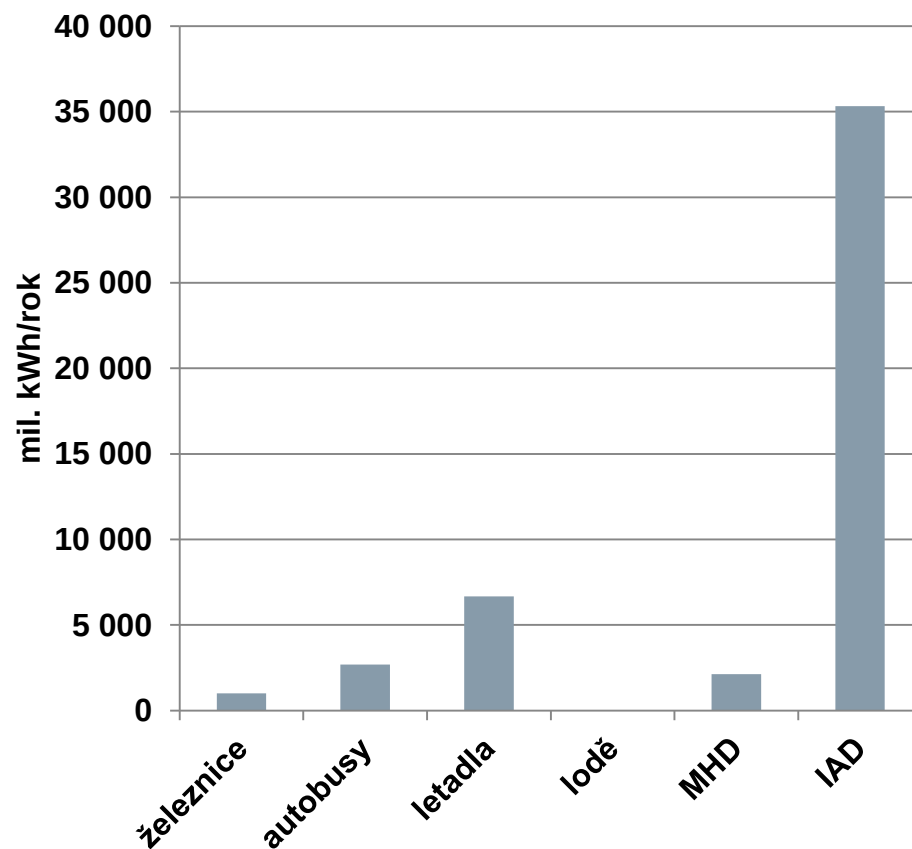
Struktura spotřeby energie pro dopravu osob

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

**měrná energetická náročnost osobní
dopravy v ČR**



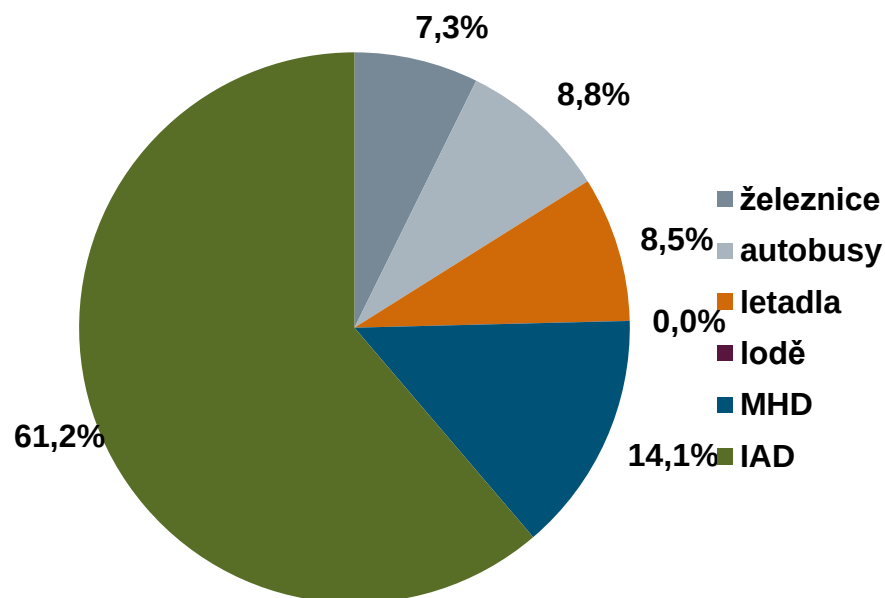
spotřeba energie osobní dopravy v ČR



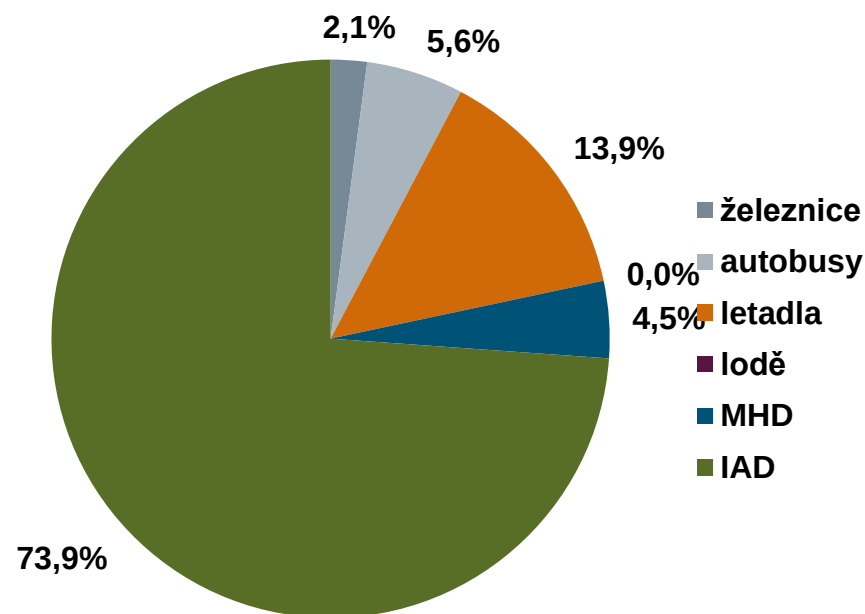
Struktura mobility osob v ČR

Dominantním spotřebitelem energie v oblasti přepravy osob jsou spalovacími motory poháněné automobily.

přepravní výkony osobní dopravy v ČR
(MD 2015)



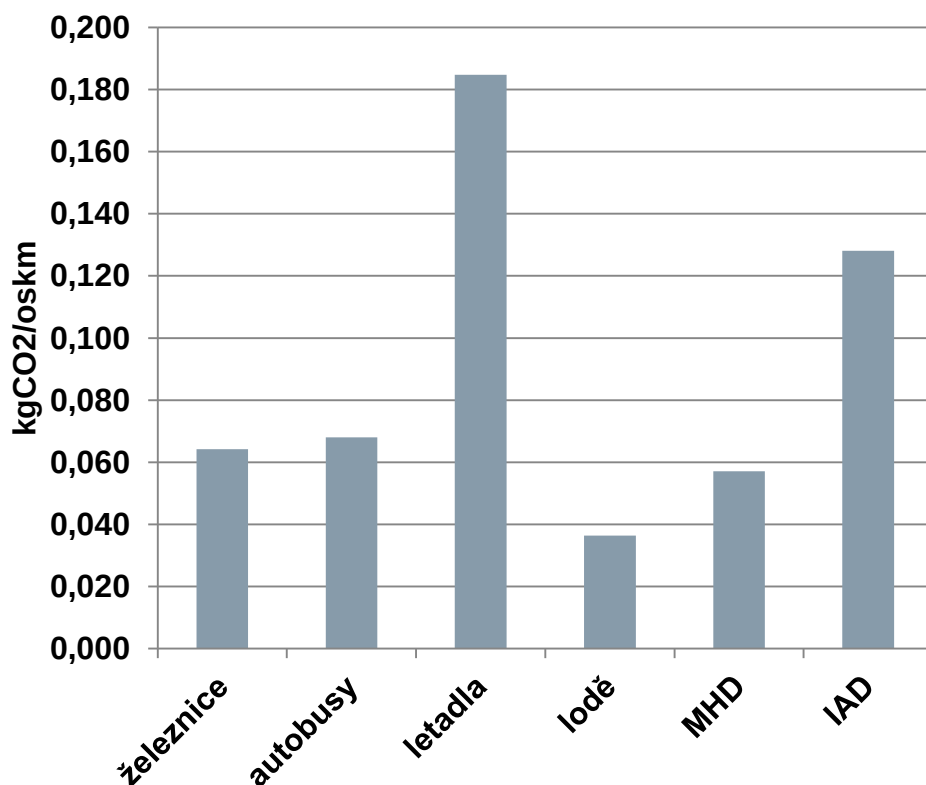
spotřeba energie osobní dopravy v ČR
(2015)



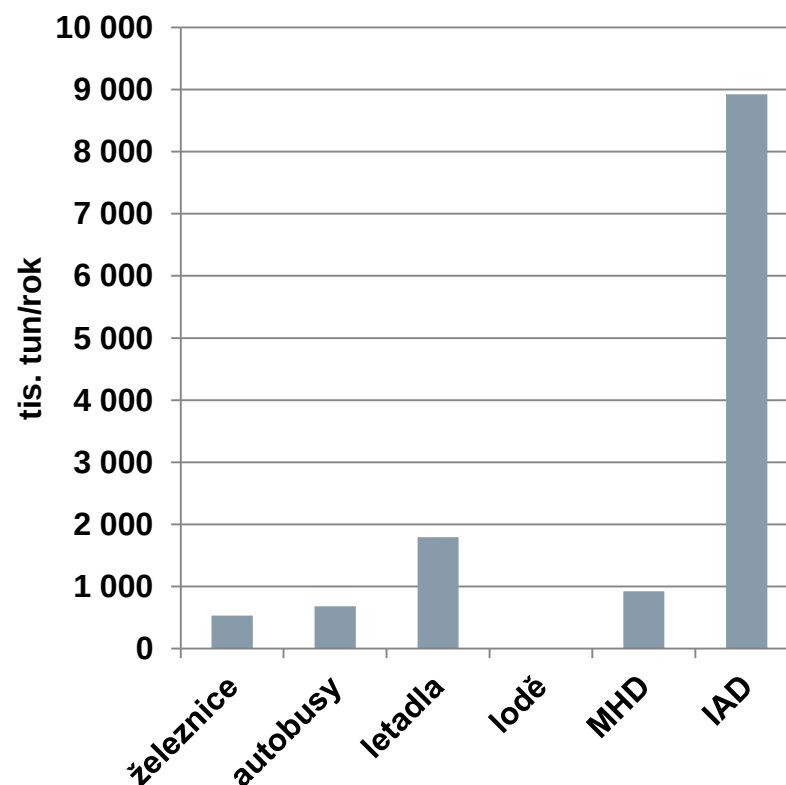
Struktura produkce CO₂ dopravou osob

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

měrná produkce CO₂ osobní dopravy v ČR



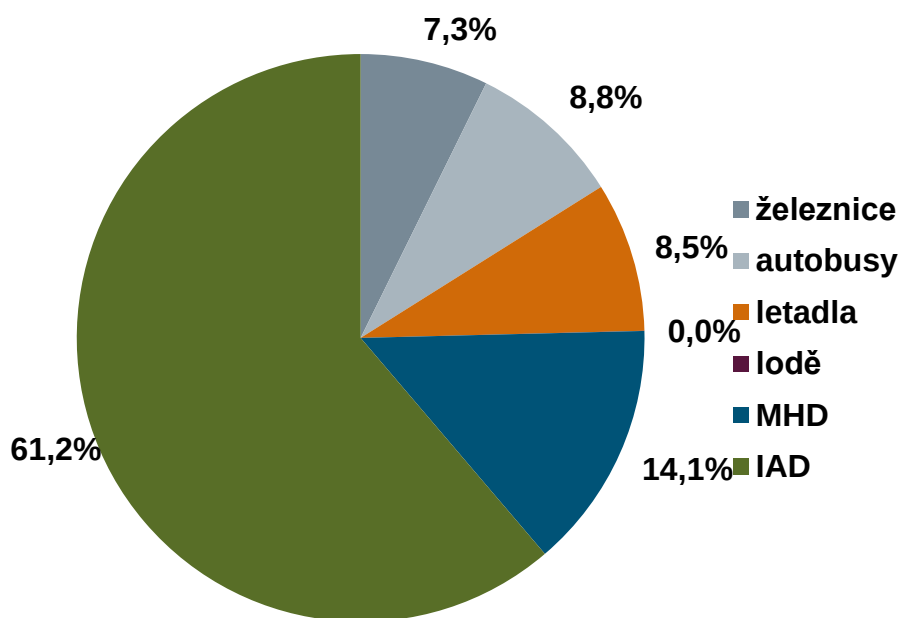
produkce CO₂ osobní dopravy v ČR



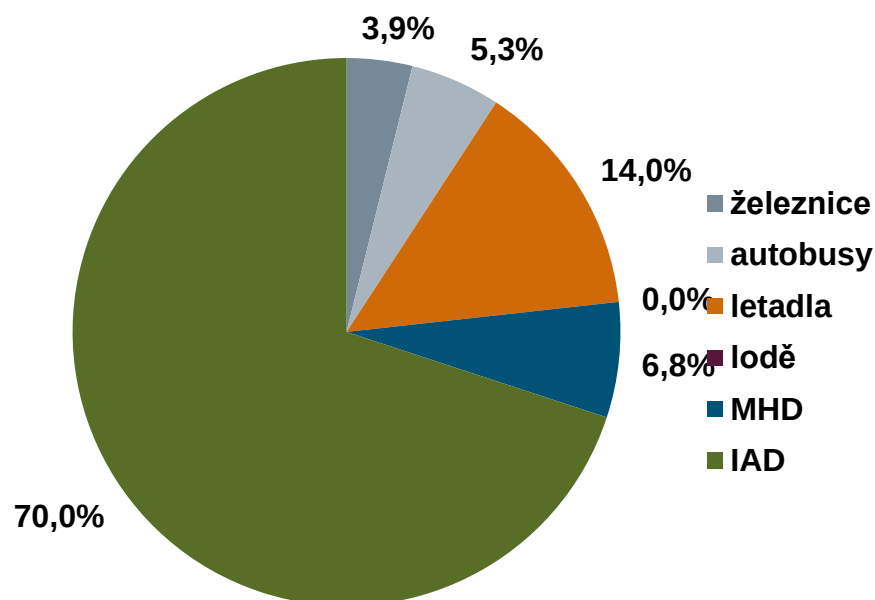
Struktura mobility osob v ČR

Dominantním producentem CO₂ v oblasti přepravy osob jsou spalovacími motory poháněné automobily.

převpravní výkony osobní dopravy v ČR
(MD 2015)



produkce CO₂ osobní dopravy v ČR
(2015)

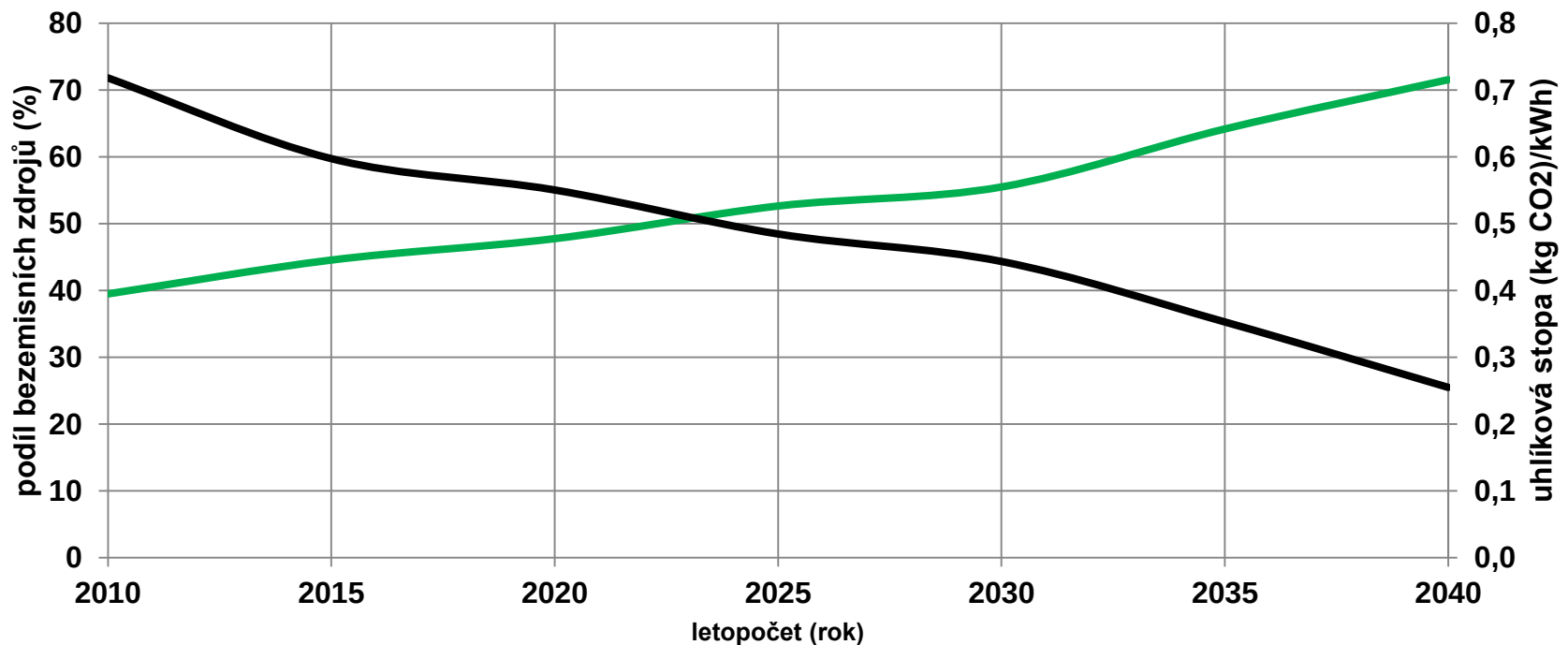


Predikce vývoje uhlíkové stopy elektřiny v ČR (podle Státní energetické koncepce ČR)

- uhlíková stopa ropných paliv (nafta: 2,65 kg CO₂/litr, benzin : 2,46 kg CO₂/litr) je ovlivněna jen o jednotky % přísadou biopaliv,
- uhlíková stopa zemního plynu 2,65 kg CO₂/kg je neměnná.
- Uhlíková stopa elektřiny se vývojem elektrárenství postupně snižuje

vývoj uhlíkové stopy elektřiny v ČR

— podíl bezemisních — uhlíková stopa



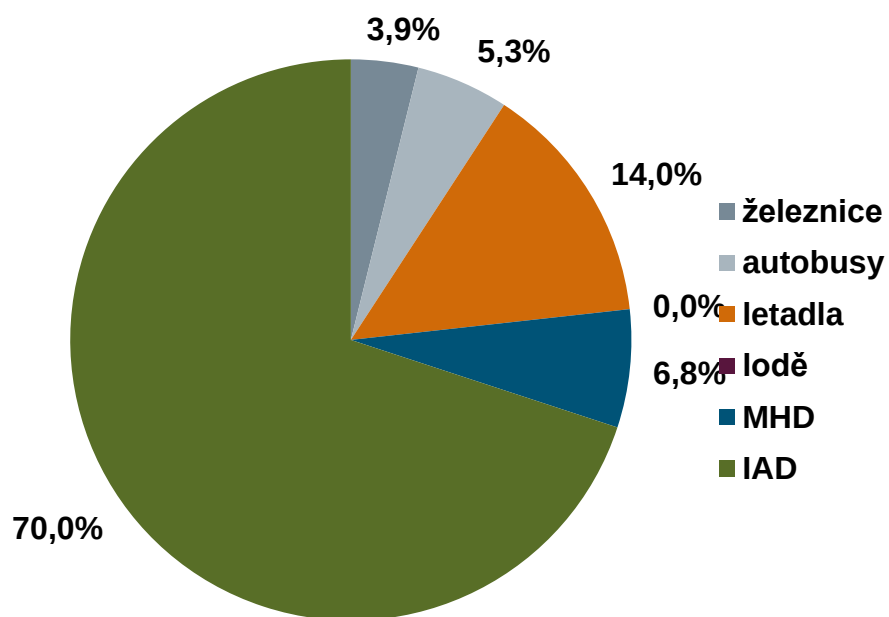
Struktura mobility osob v ČR

Přepočet uhlíkové stopy elektřiny na rok 2040 (podle SEK)

- rok 2015: 0,60 kg CO₂/kWh_e

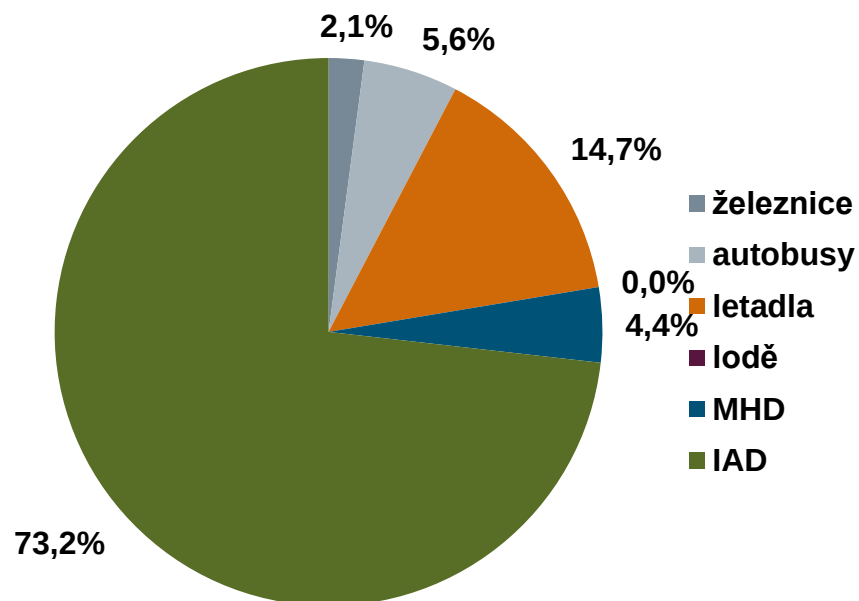
- rok 2040: 0,25 kg CO₂/kWh_e

produkce CO2 osobní dopravy v ČR
(2015)



elektřina 2015

produkce CO2 osobní dopravy v ČR
(2015)

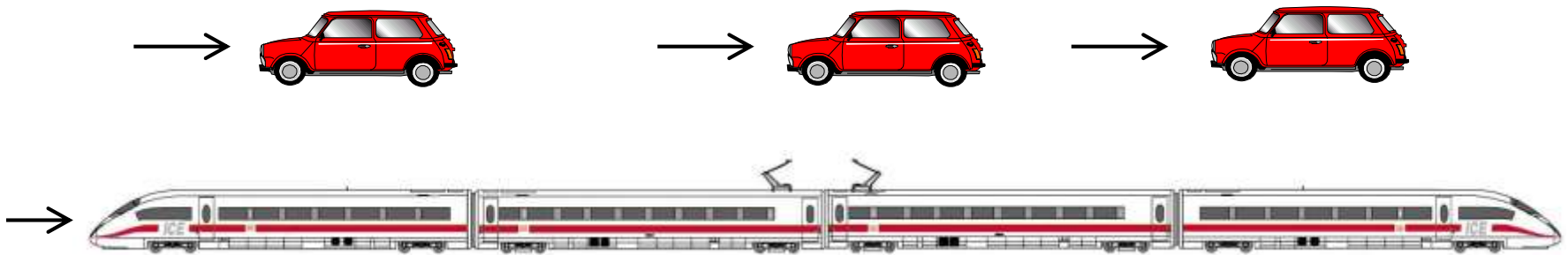


elektřina 2040

Systémové nevýhody automobilové dopravy

Vysoká energetická náročnost automobilové dopravy, která se stala dominantní, je dána třemi skutečnostmi:

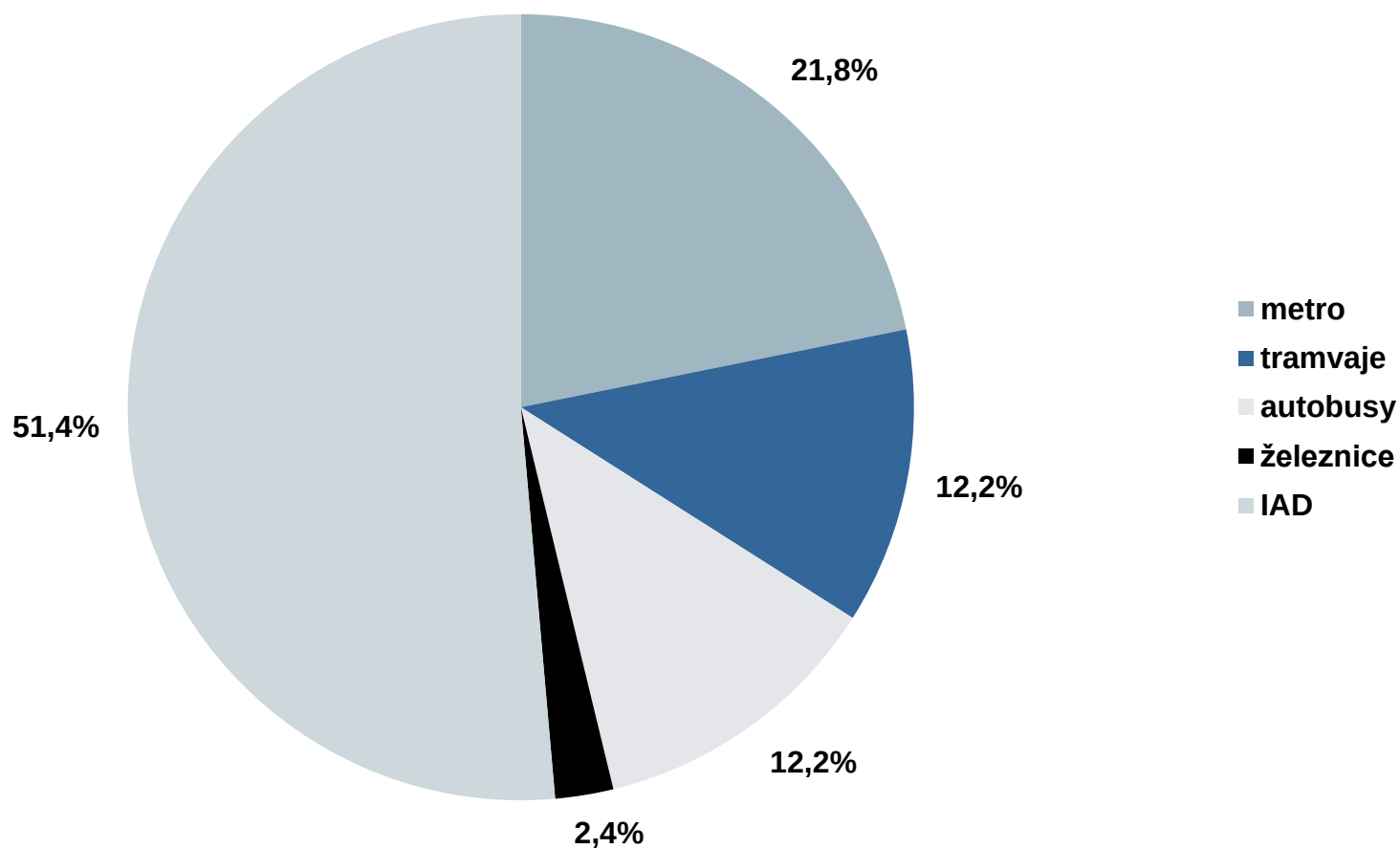
- vysoký valivý odpor pneumatik po vozovce (8 ‰ proti 1 ‰ u železnice), který je průvodním jevem potřebné stability pneumatik,
- vysoký aerodynamický odpor (na rozdíl od železnice není využívána jízda vozidel v zákrytu). Význam této nevýhody se zvyšuje s rostoucí rychlostí jízdy,



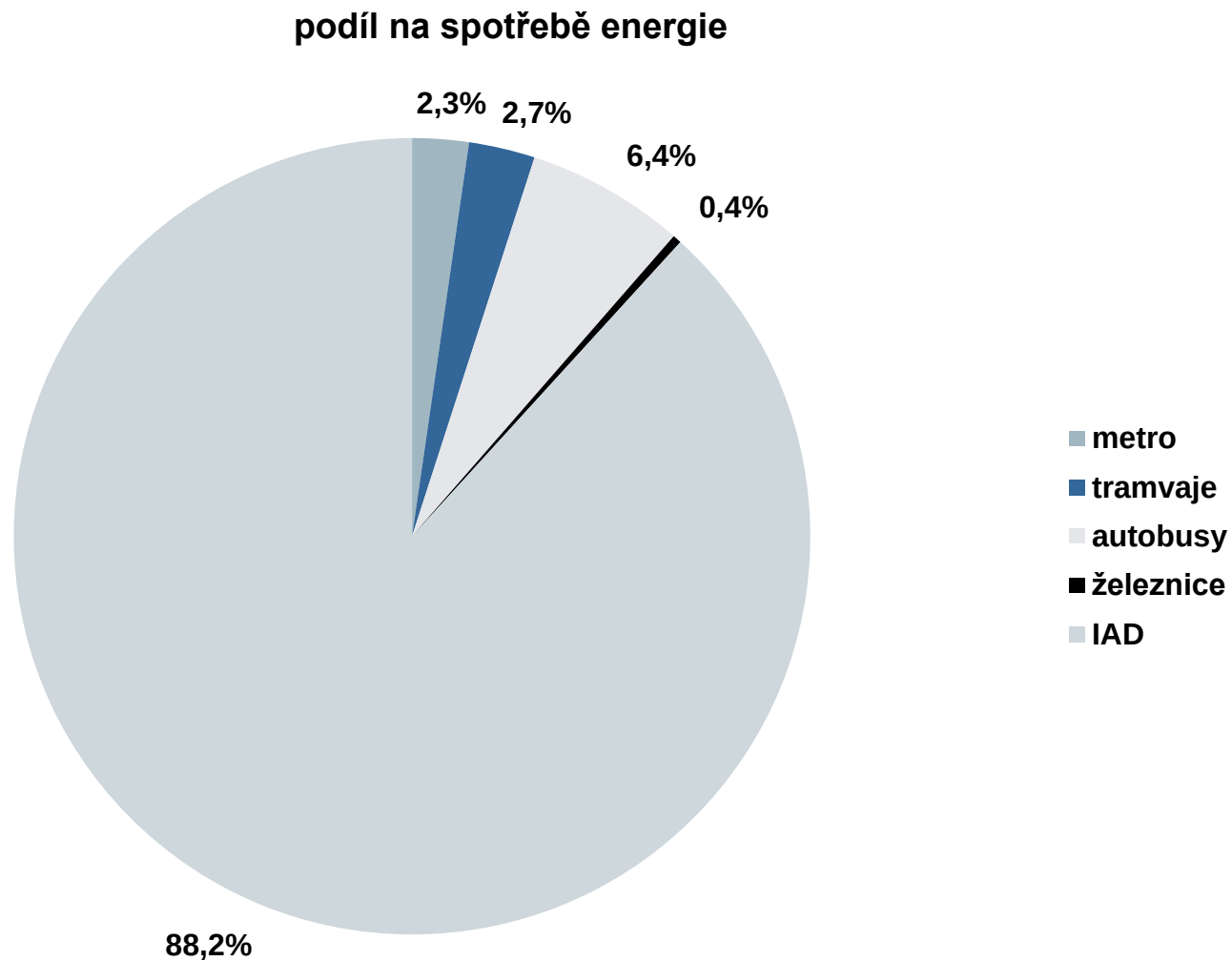
- nízká (jen cca 35 %) účinnost přeměny energie paliva na mechanickou práci ve spalovacích motorech (65 % energie paliva se promění v tepelné ztráty).

Doprava osob v Praze

podíl na přepravních výkonech

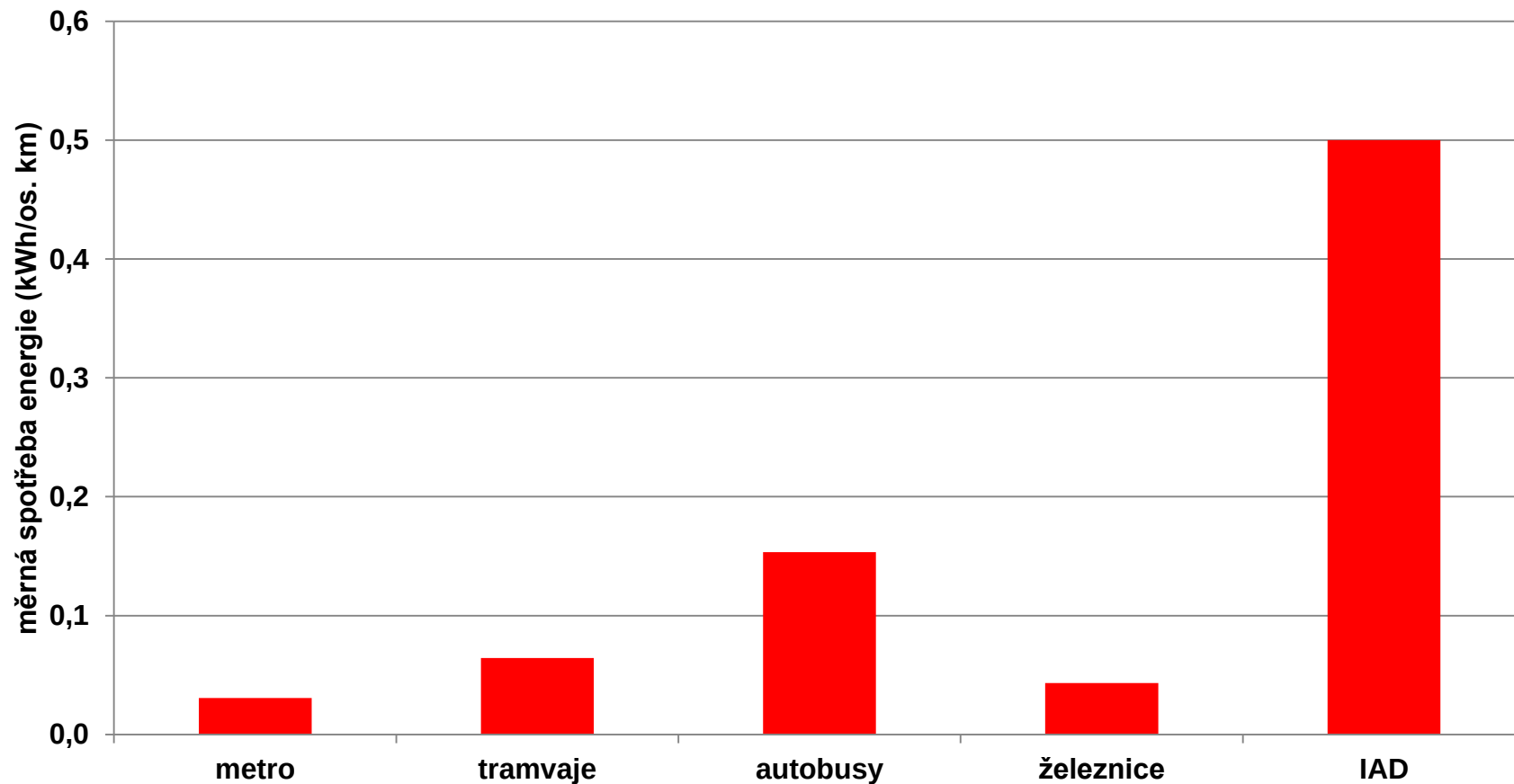


Doprava osob v Praze



Energetická náročnost osobní dopravy v Praze

energetická náročnost městské dopravy



Nejen globální, ale i lokální exhalace

Obavy o zdraví vedou obyvatelstvo k odmítání silné automobilové dopravy.

Emise automobilové dopravy mají i svojí ekonomickou stránku v podobě ztráty hodnoty nemovitostí (bytů i živnostenských prostor) situovaných v blízkosti rušných silničních komunikací.

Skutečnost, že automobil lidem slouží denně jen 25 minut, ale 23 hodin 35 minut je obtěžuje, si lidé uvědomují stále silněji.

Individuální automobilová doprava je provázána velkými externalitami, tedy náklady kterými nenese, které jsou hrazeny z jiných kapitol státního rozpočtu.

Věstník dopravy MD ČR č.11/2013			
Externí náklady osobní dopravy (Kč/os km), úroveň roku 2017			
	automobilová	železniční	rozdíl
nehody	1,81	0,04	1,76
hluk	0,29	0,20	0,09
znečistění ovzduší	0,87	0,25	0,62
změny klimatu	0,80	0,27	0,53
celkem	3,76	0,75	3,01

Úspora externalit při převedení individuální automobilové dopravy na železnici je třikrát vyšší, než cena jízdného ($3,76 - 0,75 = 3,01$).

Vliv automobilů se spalovacími motory na znečistění ovzduší a na změny klimatu ($0,87 + 0,80 = 1,67$ Kč/os km) je výrazně vyšší, než výnos státu ze spotřební daně z nafty či benzínu – ten činí při dani 11 Kč/litr a spotřebě 5 litrů na 100 km při obsazení vozidla 1,3 osobami jen 0,42 Kč/os km.

Státní energetická koncepce ČR: Snižování spotřeby energie pro dopravu



Státní energetická koncepce ČR, přijatá Usnesením vlády ČR č. 362/2015, stanoví v rozmezí let 2015 a 2030:

- snížit v dopravě spotřebu ropných paliv z 58 889 GWh/rok na 50 000 GWh/rok, tedy úspora 8 889 GWh/rok,**
- zvýšit v dopravě spotřebu elektrické energie z 2 389 GWh/rok na 4 333 GWh/rok, tedy navýšení spotřeby o 1 944 GWh/rok.**

Státní energetická koncepce ČR (Usnesení vlády ČR č. 362/2015)		
spotřeba ropných paliv v dopravě 2015	mil. kWh/rok	58 889
spotřeba ropných paliv v dopravě 2030	mil. kWh/rok	50 000
snížení spotřeby ropných paliv v dopravě 2015 až 2030	mil. kWh/rok	8 889
spotřeba ropných paliv v dopravě 2015	mil. kWh/rok	2 389
spotřeba ropných paliv v dopravě 2030	mil. kWh/rok	4 333
zvýšení spotřeby elektrické energie v dopravě 2015 až 2030	mil. kWh/rok	1 944
poměr úspor ke zvýšení spotřeby		4,6

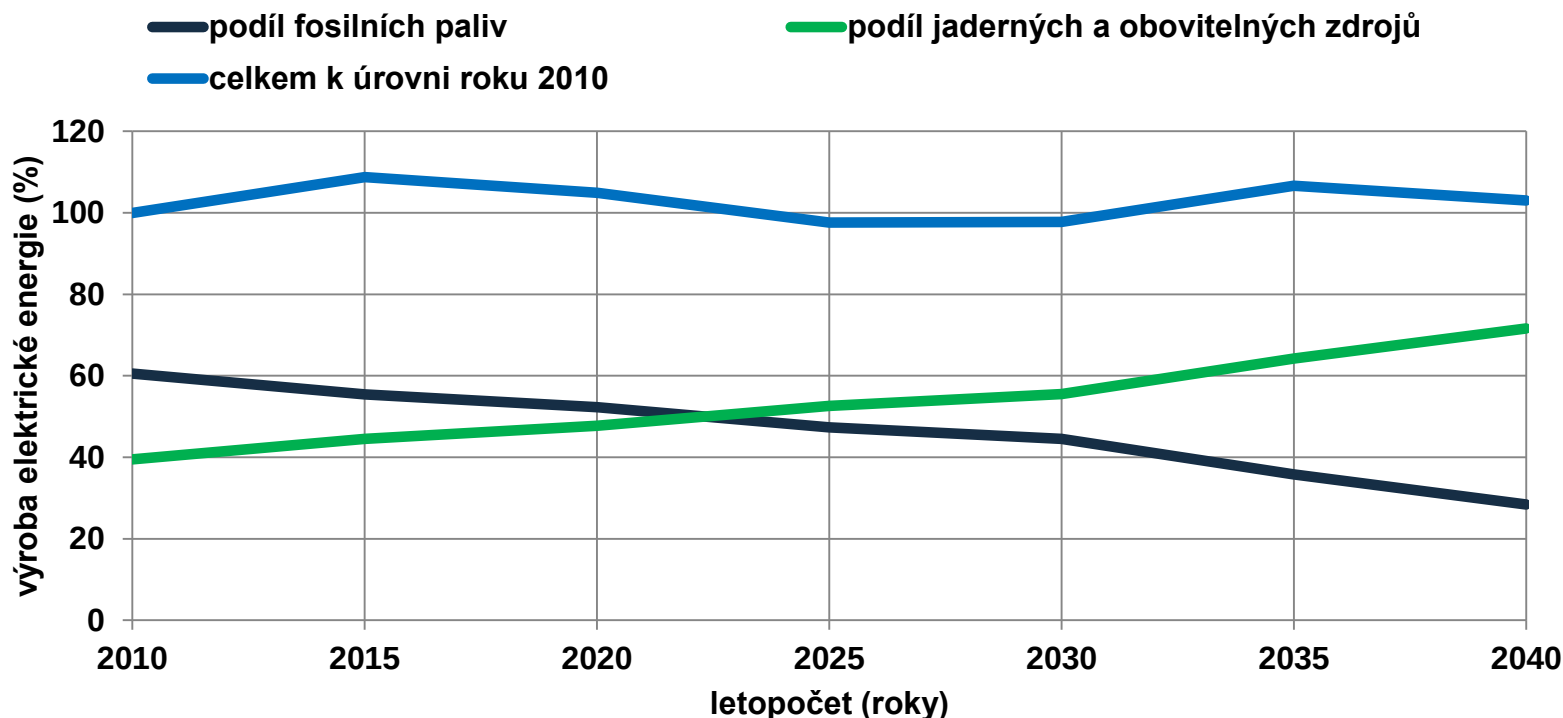
Usnesení vlády ČR č. 362/2015

Státní energetická koncepce ČR

SIEMENS

Ingenuity for life

Výroba elektrické energie v ČR



Státní energetická koncepce ČR předepisuje snížit do roku 2040 podíl fosilních paliv na výrobě elektrické energie ze 61 % na 28 %.

Tím dojde ke snížení uhlíkové stopy při výrobě elektrické energie pod polovinu.

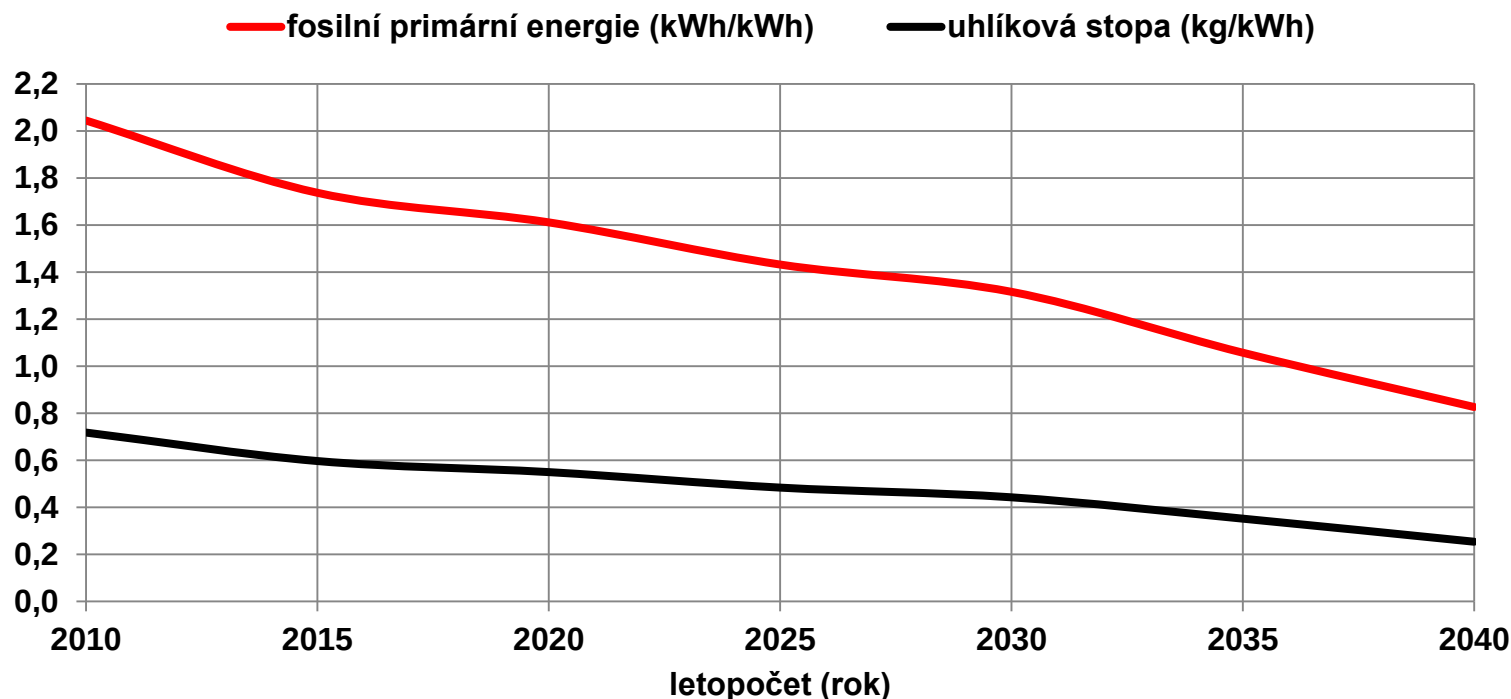
Avšak energetika přijde o regulovatelné zdroje – dominovat budou konstantní zdroje (jádru) a nepredikovatelné zdroje (slunce, vítr).

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

Usnesení vlády ČR č. 362/2015

Státní energetická koncepce ČR

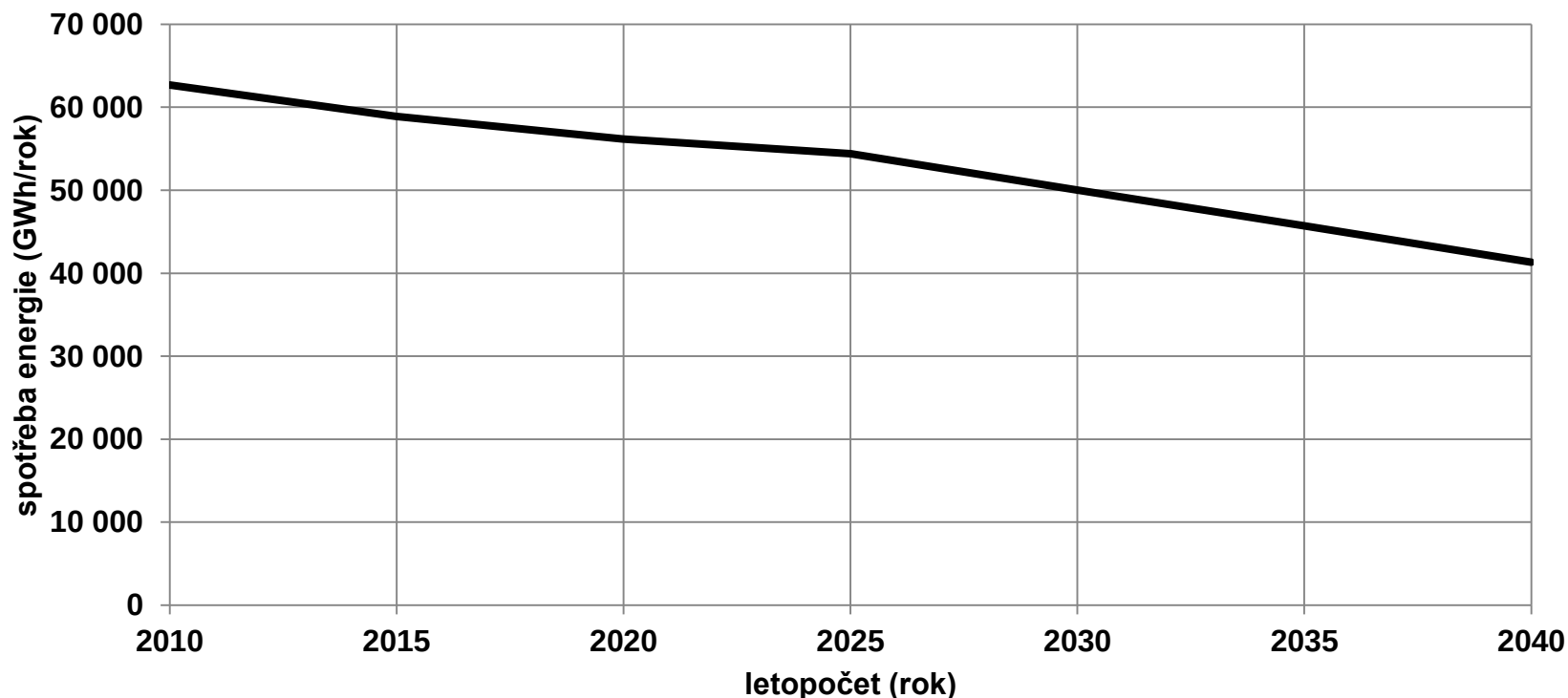
výroba elektřiny v ČR



Podle státní energetické koncepce ČR bude trvale klesat měrná spotřeba fosilních paliv potřebných k výrobě elektrické energie a spolu s tím i uhlíková stopa elektrické energie.

Avšak zároveň bude klesat flexibilita zdrojů. Výkon (kW) se stává dražší, než energie (kWh).

Roční spotřeba ropných produktů v dopravě v ČR

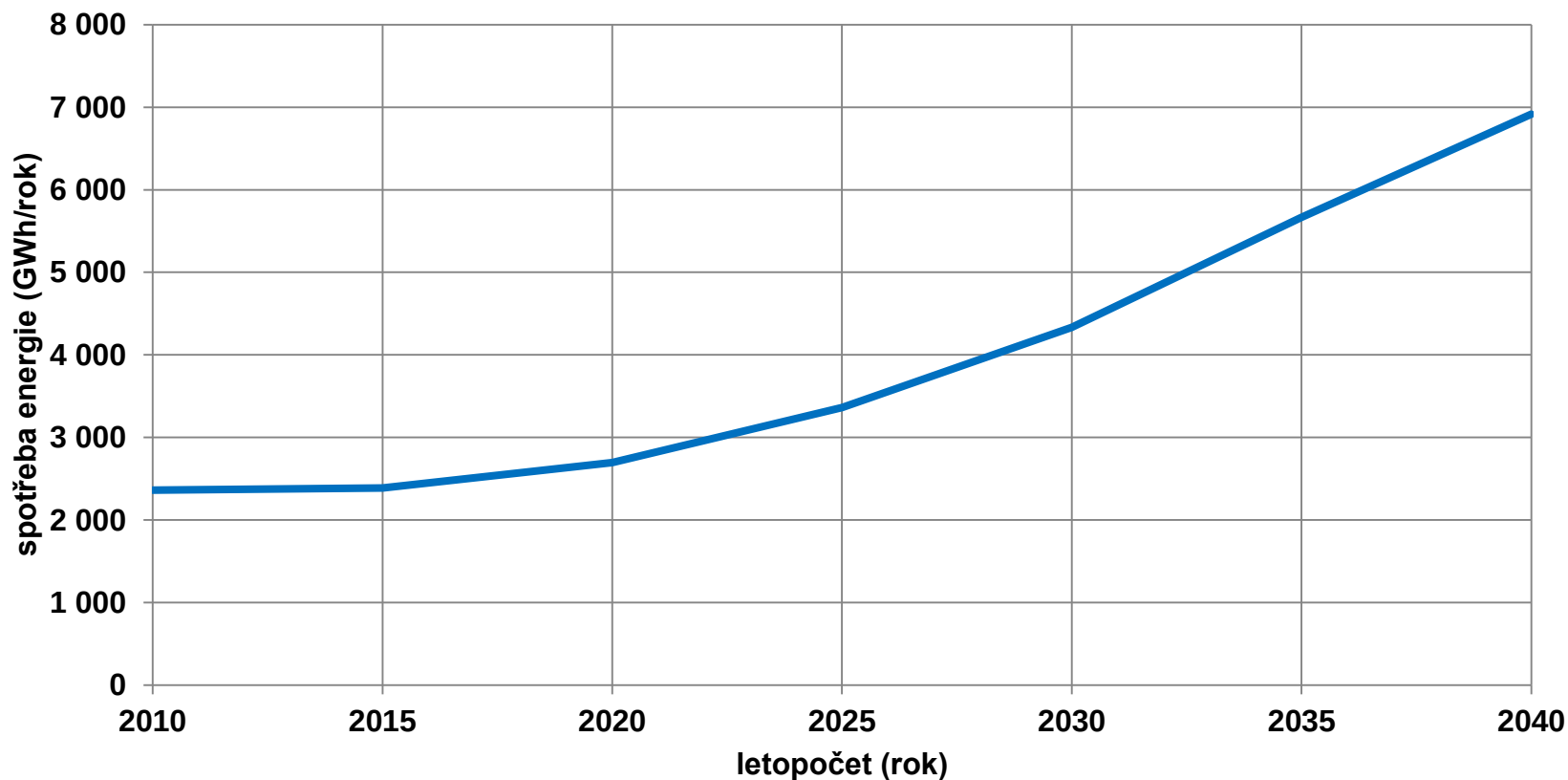


Úkol pro dopravu: snížit do roku 2030 spotřebu ropných paliv o 8,9 miliard kWh/rok

Usnesení vlády ČR č. 362/2015

Státní energetická koncepce ČR

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

Nejvíce v ČR používáme ty dopravní módy (osobní automobilová doprava, nákladní automobilová doprava), které jsou:

- vysoce náročné na spotřebu energie,
- silně závislé na fosilních palivech a proto intenzivně produkují oxid uhličitý, způsobující nevratné klimatické změny (globální exhalace),
- produkují zdraví škodlivé látky (lokální exhalace).

Ke snížení energetické náročnosti dopravy (a tím i k poklesu globálních exhalací i lokálních exhalací vedou dvě cesty:

- uplatněním nových technologií v rámci daného druhu dopravy (**intramodální** úspory),
- převodem dopravy na méně energeticky a klimaticky náročné dopravní módy (**extramodální** úspory).

Nástroj k extramodálním úsporám v nákladní dopravě: interoperabilní vysoce výkonné elektrické lokomotivy

1 TEU = dvacetistopý kontejner

- rozměry: 8' x 8' x 20'
- 2,438 m x 2,438 m x 6,096 m,
- hmotnost cca 15 t

Silniční doprava

- 1 automobil 2 TEU, 90 km/h
- spotřeba 48 litrů nafty na 100 km
=> 0,24 litru nafty na 1 kontejner a 1 km
=> 2,4 kWh na 1 kontejner a 1 km

Železniční doprava

- 1 vlak, 96 TEU, 100 km/h
- spotřeba 29 kWh elektrické energie na 1 km
=> 0,3 kWh na 1 kontejner a 1 km

=> jeden vlak nahradí 48 nákladních automobilů

=> spotřeba energie pro dopravu jednoho kontejneru je 8 krát menší

Ale i nákladní vlaky musí jezdit rychle a včas. Také na zboží někdo čeká.



Extramodální úspory energie a exhalací v osobní dopravě: rychlost a pohodlí



Převod osobní dopravy ze silnic (naftové automobily) na elektrizované železnice:

- zhruba 7,5 x nižší spotřeba energie,
- zásadní snížení globálních exhalací oxidu uhličitého, způsobujících klimatické změny,
- úplné odstranění lokálních exhalací poškozujících zdraví obyvatelstva,
- aktivní využití času stráveného cestováním (train office)

Podmínka: rychlost a kvalita => „pohodlím k úsporám energie“



Vysokorychlostní železnice i v ČR

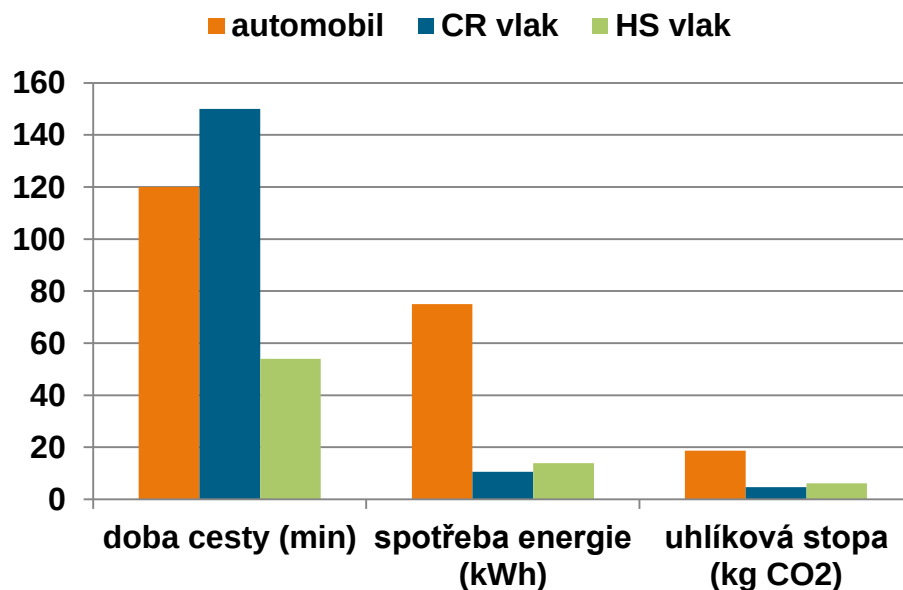
SIEMENS

Ingenuity for life

- **Není důvod ztrácet čas (2 hodiny) a energii (75 kWh a 19 kg CO₂ na osobu) jízdou automobilem z Prahy do Brna.**
- **Vysokorychlostní vlak to zvládne za 50 minut (centrum – centrum), respektive za 40 minut (terminál P + CH + R Štěrboholy – terminál P + CH + R Lískovec) k práci využitelného času (train office).**
- **Spotřebuje k tomu jen 14 kWh a 6 kg CO₂ (perspektivně OZE: 0 kg CO₂) na osobu.**



jedna cesta jednoho cestujícího
Praha - Brno



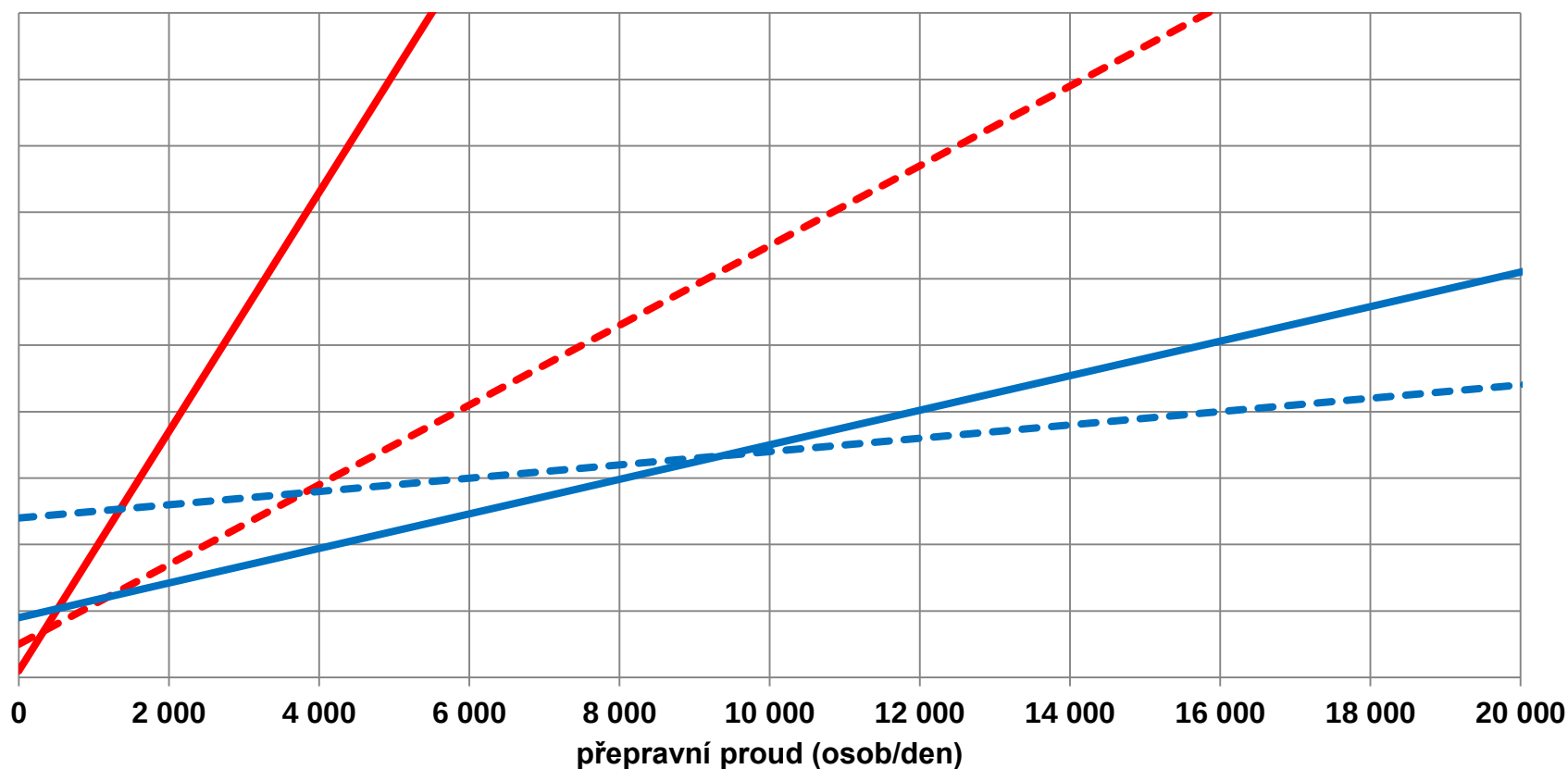
**Je rozumné vnímat více souvislostí.
Cílem je udržitelná multimodální mobilita:**

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

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

celkové náklady na dopravu (směrné hodnoty)

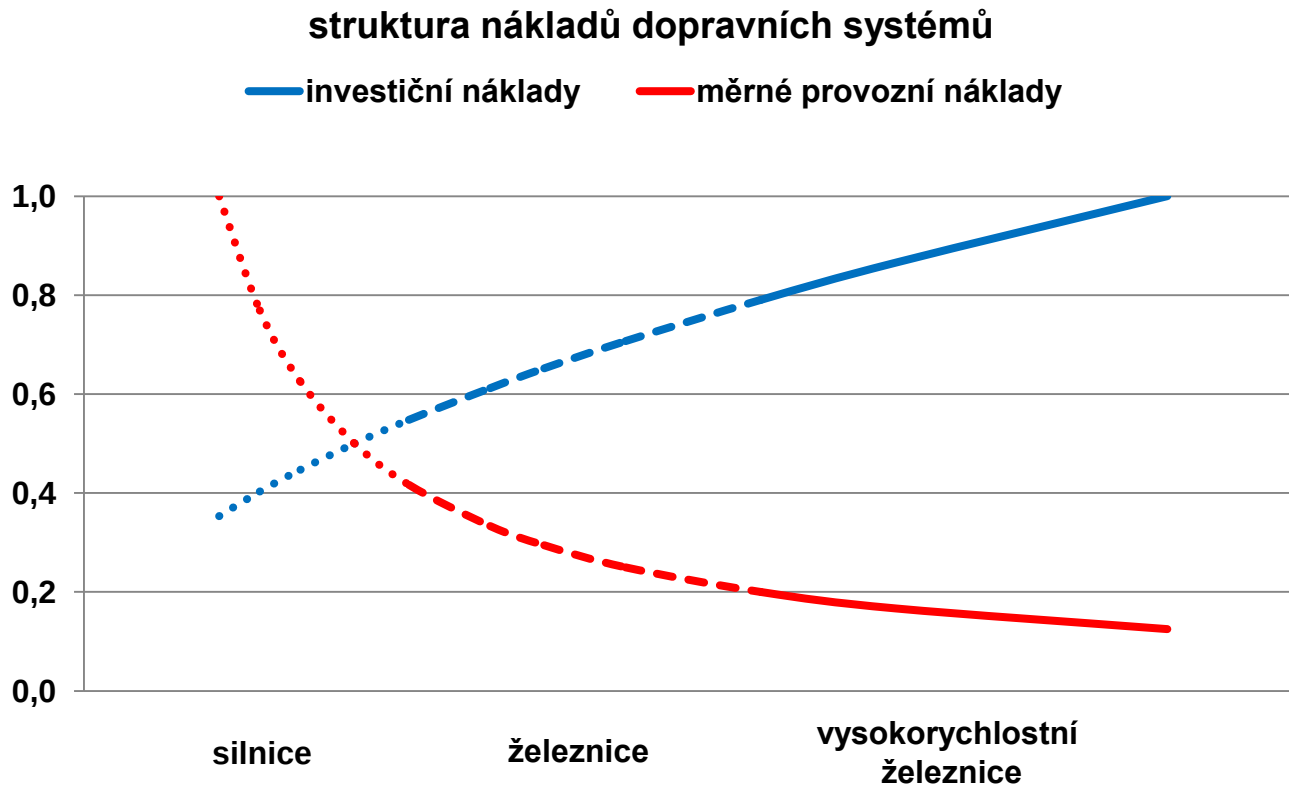
— IAD - - bus — CR železnice - - HS železnice



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).

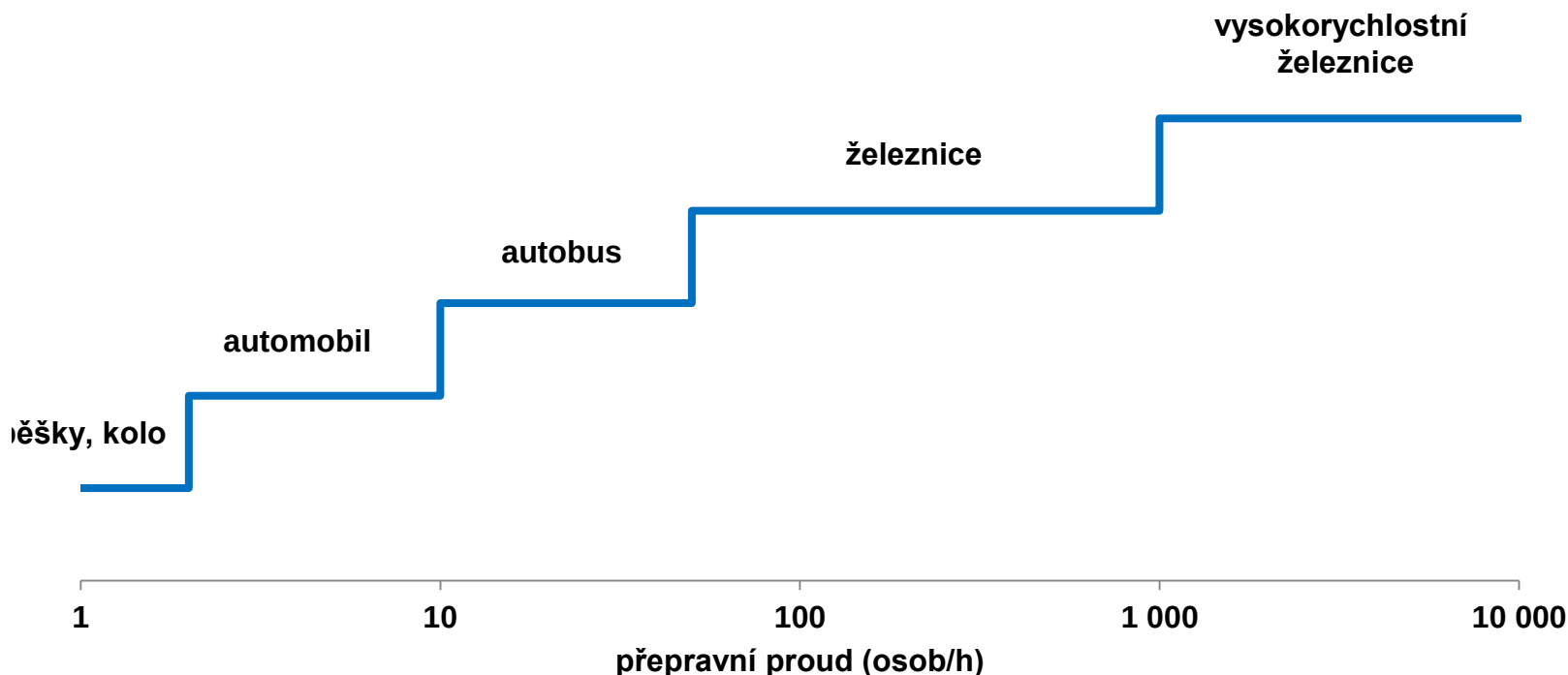


Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Poloprázdný autobus či vlak je vhodné nahradit automobilem.

Dálnici plnou automobilů má logiku nahradit vysokorychlostní železnicí

volba optimálního dopravního systému



Intramodální úspory energie a exhalací v osobní železniční dopravě



Základní nástroj: investiční rozvoj a technické inovace

- náhrada naftové vozby elektrickou (úspora konečné spotřeby energie o cca 60 %)
- snížení hmotnosti vozidel (regionální doprava: náhrada krátkých vaků tažených lokomotivami novými lehkými elektrickými jednotkami úspora cca 40 %),
- zlepšení aerodynamického tvaru vozidel (dálková doprava: náhrada jednotlivých starších lokomotiv a vozů moderními aerodynamicky tvarovanými lokomotivami a netrakovými jednotkami úspora cca 30%),
- zavedení spádového i zastavovacího rekuperačního brzdění (dálková doprava: úspora cca 20 %, regionální doprava: úspora cca 40 %)

Nástroj ke zvýšení výkonnosti a kvality železnic: vysokorychlostní železniční systém

SIEMENS
Ingenuity for life

Trend technických inovací:

Velaro Novo

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



Nástroj k intramodálním úsporám: inovace v oblasti železničních vozidel

Aktuální trendy v regionální železniční dopravě:

- snížit spotřebu energie (periodické rozjezdy a brzdění $E_k = 0,5 \cdot m \cdot v^2$), tedy snížit hmotnost připadající na jedno sedadlo,
- na páteřových linkách zvýšit přepravní kapacitu vozidel,
- pro méně zatížené linky vytvořit vozidla hospodární menší vozidla,
- k zajištění elektrického provozu i na tratích bez liniové elektrizace umístit na vozidle zásobník energie (lithiový akumulátor, případně i vodíkový agregát).

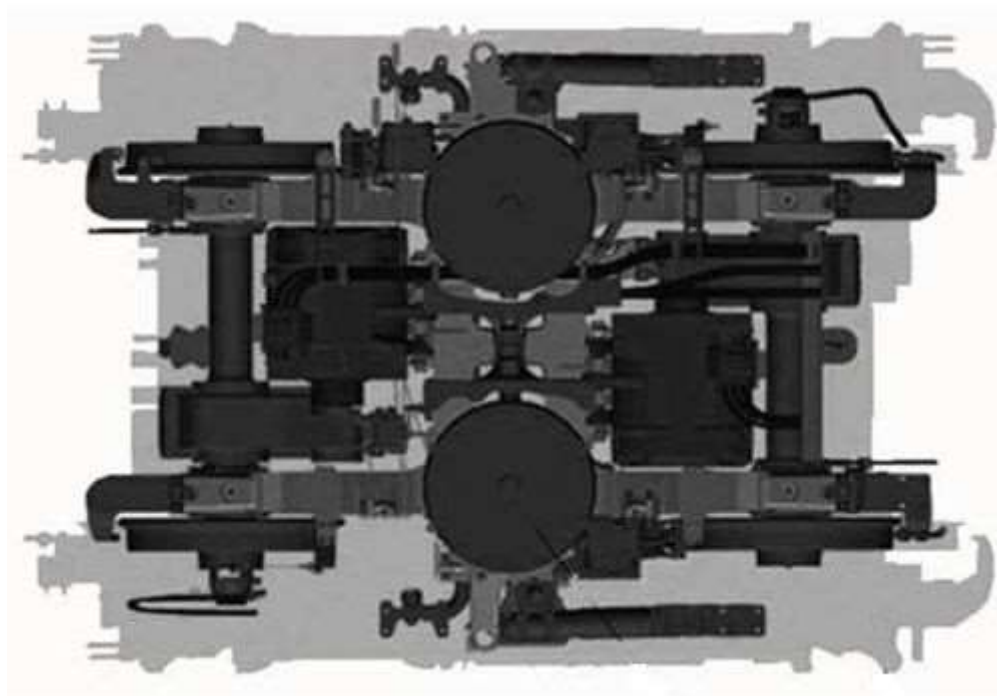
⇒ je potřebné radikálně snížit hmotnost regionálních železničních vozidel

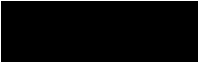
Ale kde?

=> na té části vozidel, která je nejtěžší, která má největší podíl na hmotnosti celého vozidla. Tedy na podvozcích.

Nástroj k intramodálním úsporám: inovace v oblasti železničních vozidel

Lehké podvozky s vnitřním rámem



-  - tradiční podvozek s vnějším rámem (100 % hmotnost)
-  - moderní podvozek s vnitřním rámem (63 % hmotnosti)

Inovace v oblasti železničních vozidel

SIEMENS

Ingenuity for life

Nová platforma regionálních elektrických trakčních jednotek Mireo:

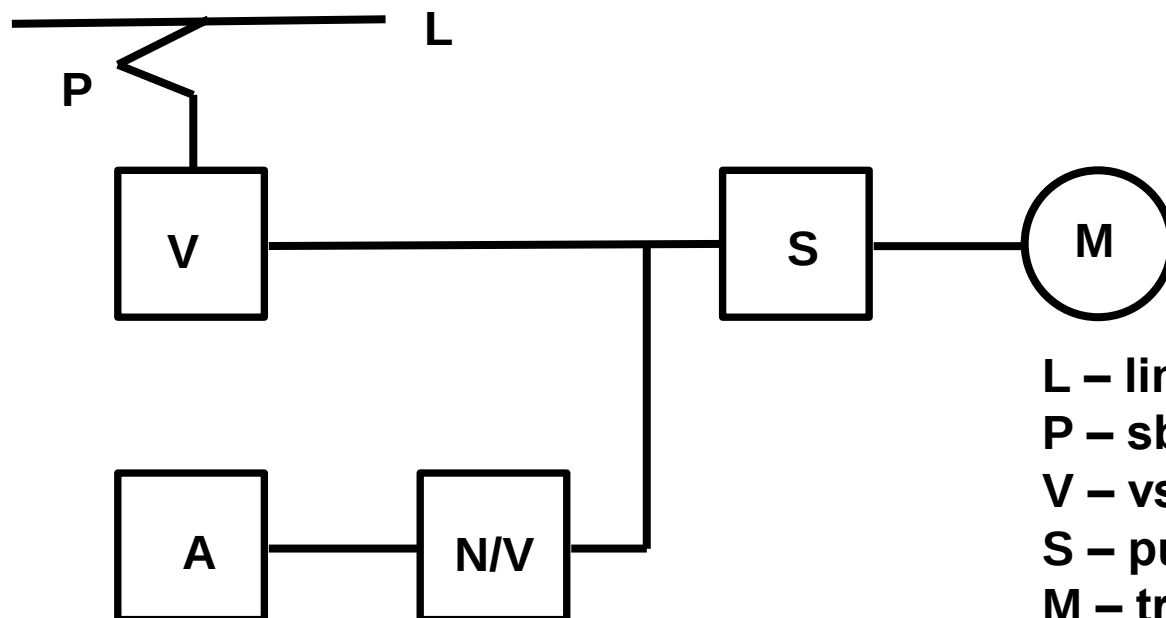
- zásadní snížení hmotnosti vozidla dané jak použitím lehčích podvozků, tak snížením počtu podvozků (dlouhé vozové skříně, Jakobsovo uspořádání),
- nízké náklady na energii a za použití dopravní cesty (vliv nízké hmotnosti),
- velká variabilita provedení (velikostní řada již od 120 sedadel),
- univerzálnost použití – bezemisní provoz na elektrizovaných (odběr sběračem) i na neelektrizovaných tratích (zásobníky energie)

Varianty řešení elektrických jednotek:

- pro napájení z trakčního vedení (EMU)
- pro napájení z trakčního vedení a z lithiových akumulátorů (IPEMU),
- pro napájení z trakčního vedení, z lithiových akumulátorů a z vodíkových palivových článků (pro státy s nadbytkem elektřiny z obnovitelných zdrojů).



Bez emisí i na neelektrizovaných tratích



L – liniové trakční vedení,
P – sběrač proudu,
V – vstupní obvod,
S – pulzní střídač,
M – trakční motor,
A – akumulátor,
N/V – nabíjecí a vybíjecí měnič.

Provozní režimy:

- jízda na elektrizované trati při napájení z trakčního vedení,
- jízda na neelektrizované trati při napájení z akumulátoru,
- nabíjení akumulátoru z trakčního vedení za jízdy nebo při stání.

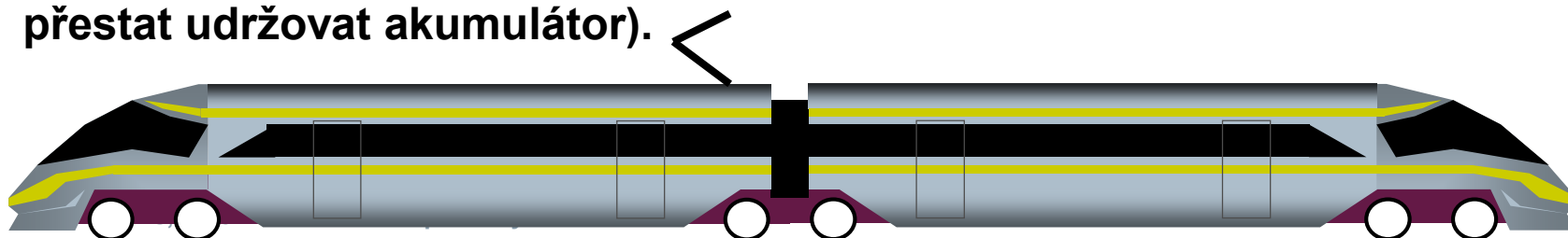
Nové pojetí kombinovaných vozidel trolej / akumulátor: IPEMU

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 i 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),
- po elektrizaci tratě není nutno měnit vozidla (jen je možno přestat udržovat akumulátor).



Nové pojetí kombinovaných vozidel trolej / akumulátor: IPEMU

SIEMENS

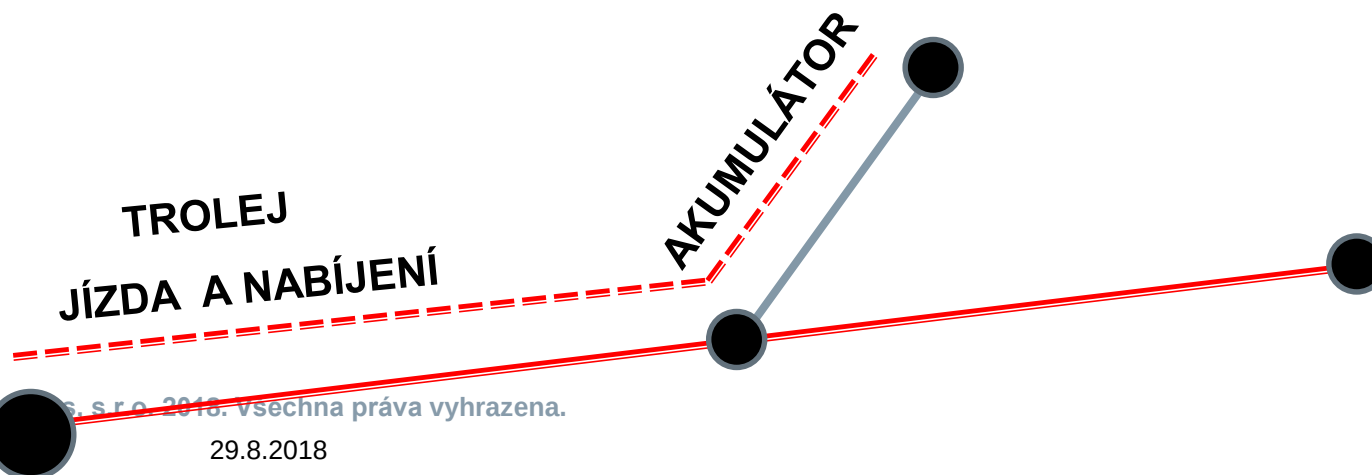
Ingenuity for life

Stav techniky: dojezd 80 až 100 km, rychlé nabíjení několikrát denně přes sběrač proudu z trakčního vedení (za jízdy nebo při stání vozidla):

- obsluha neelektrizovaných tratí délky 40 až 50 km při dostupnosti trakčního vedení na jednom konci,
- obsluha neelektrizovaných tratí délky 80 až 100 km při dostupnosti trakčního vedení na obou koncích.

Ekonomické přednosti:

- využití investic vložených do elektrizace hlavních tratí též k zajištění provozu na vedlejších tratích,
- vysoká produktivita vozidel i personálu na dlouhých vozebních ramenech.



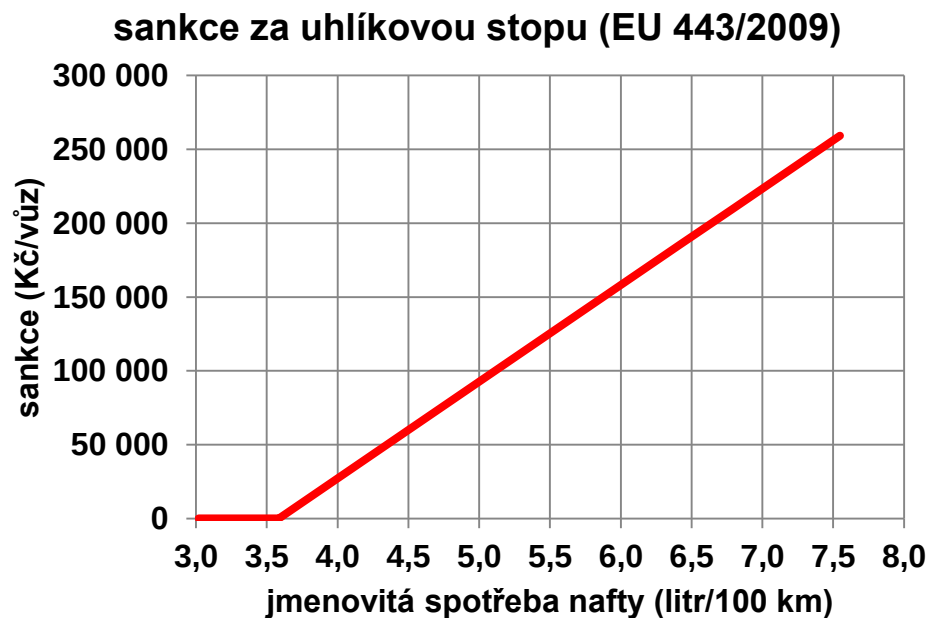
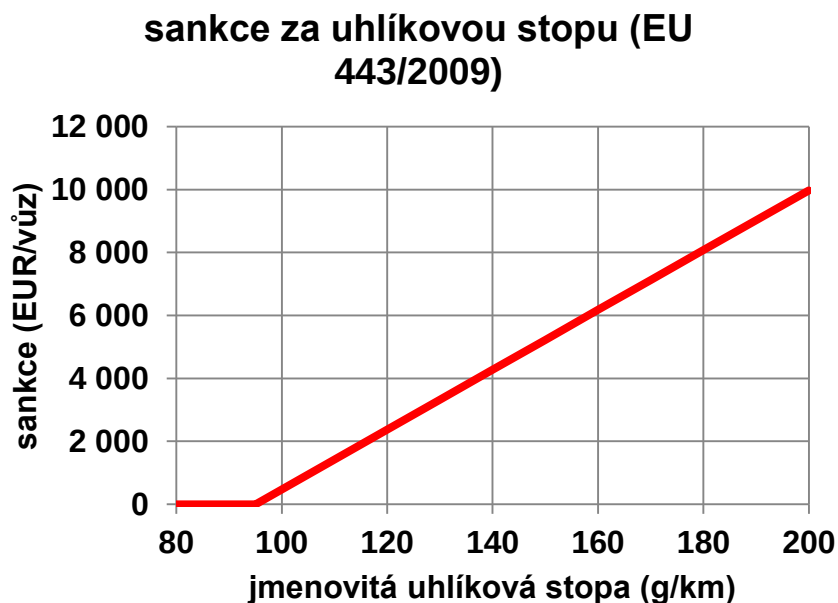
Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

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)



Nariadení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

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

Příklad:

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

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

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

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

Nařízení Evropského parlamentu a rady č. 443/2009

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

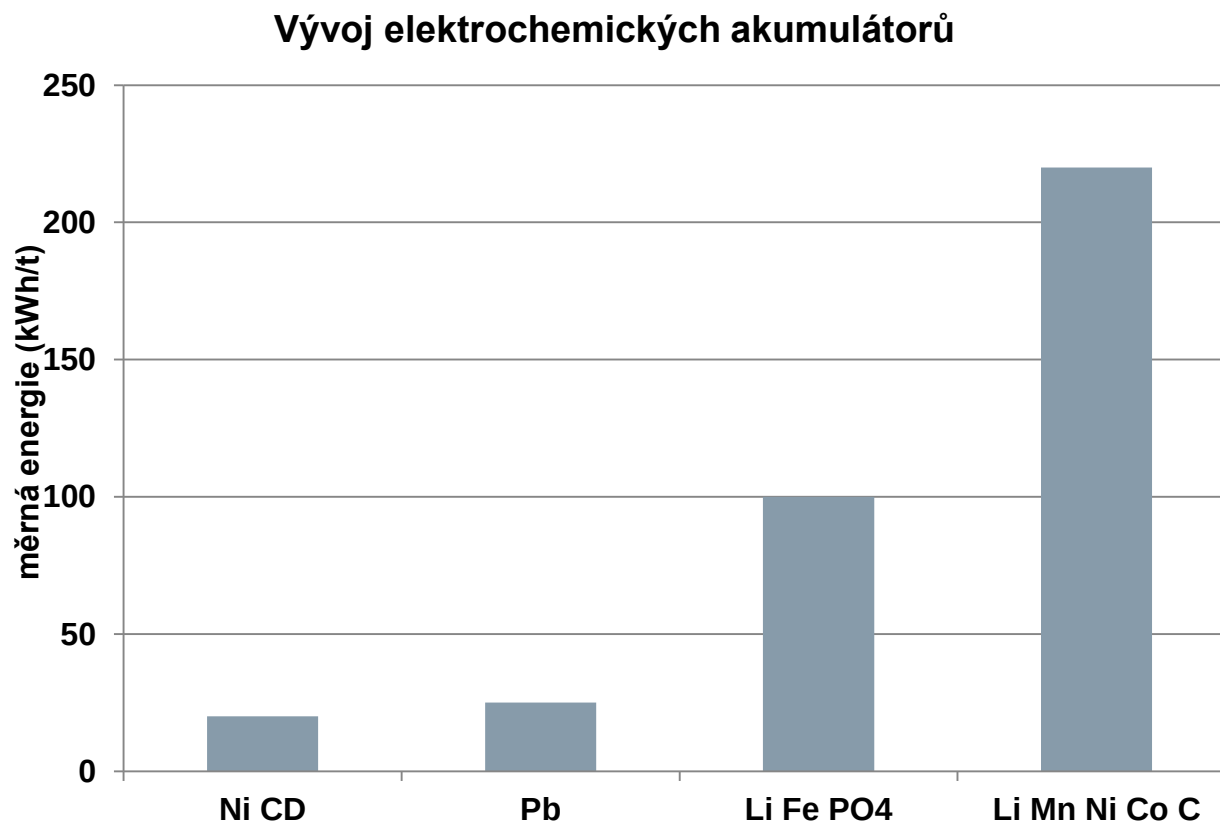
- 2/3 energie paliv měnit okamžitě v nevyužité ztrátové teplo,**
- způsobovat produkcí CO₂ nevrtané klimatické změny,**
- poškozovat zdraví obyvatelstva jedovatými zplodinami hoření.**

Pro elektrické automobily již jsou na trhu volně k dispozici:

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

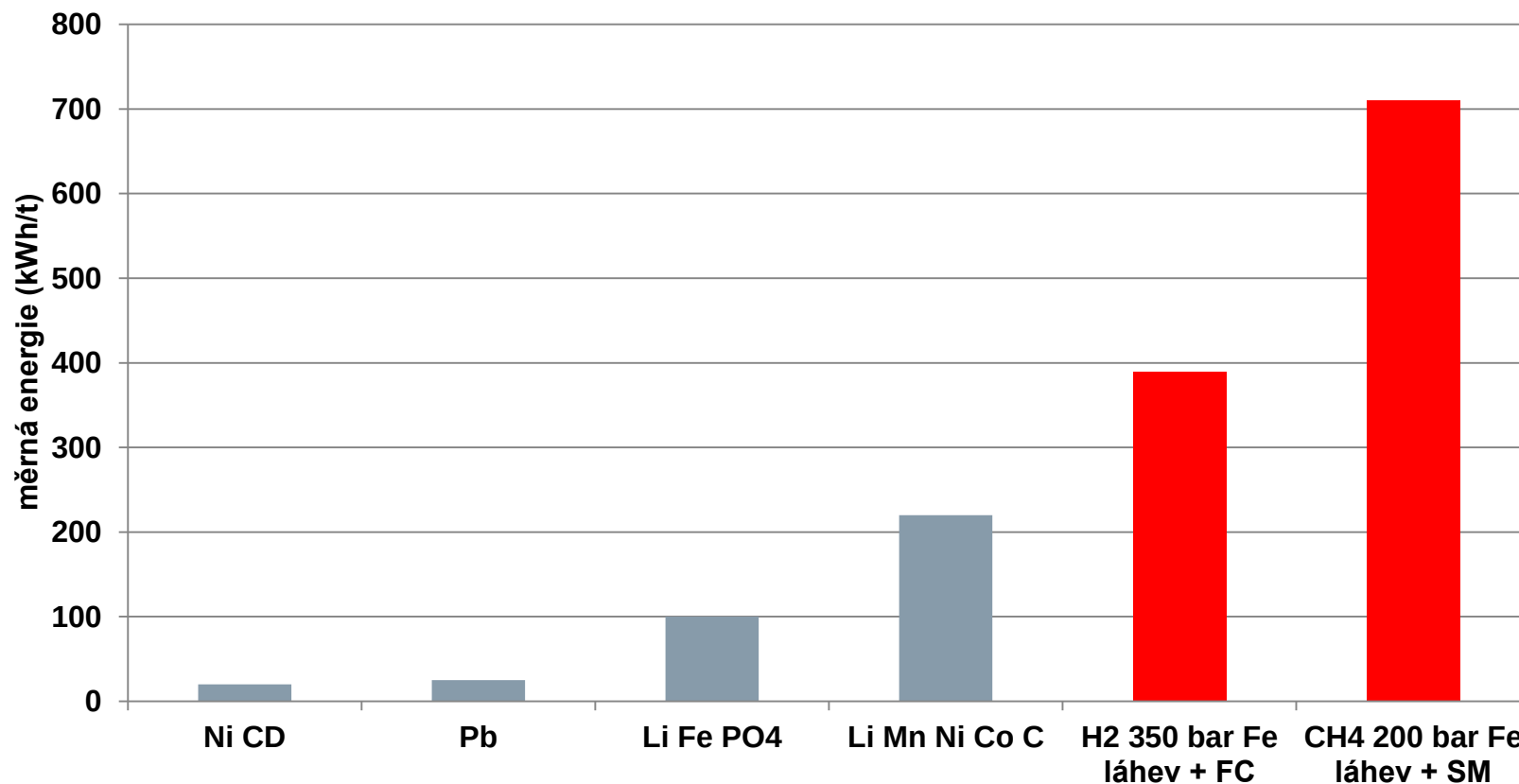
Již v roce 2016 přesáhl rozsah výroby akumulátorů pro automobily rozsah výroby akumulátorů pro osobní elektroniku (mobilní telefony, notebooky, ...) .

**Od 20. století k 21. století:
Moderní lithiové akumulátory pro osobní automobily již
mají osminásobně větší měrnou energii, než olověné**



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

Vývoj elektrochemických akumulátorů



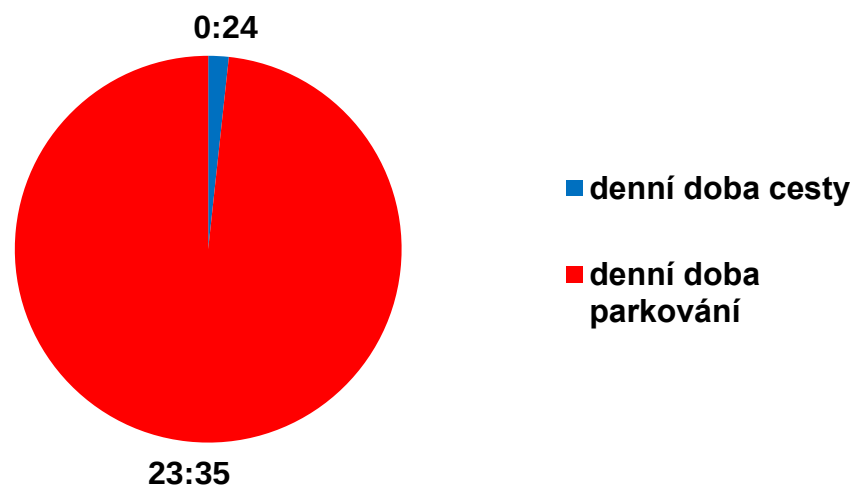
Denní režim osobního automobilu v ČR

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



Schopnost čerpat energii (a ztrácet při tom lidský čas) nikoliv v době obsazení vozidla, ale v době jeho parkování, je zásadní výhodou elektrického automobilu proti automobilu konvenčnímu.

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: 24 min (tedy 23 hodin a 36 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. Nebo při čekání na parkovišti P + CH + R.

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. A ty inteligentně řídit.

Nabíjecí zásuvka je mnohonásobně levnější, než pozemek pro parkovací místo.

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 řepkou	%	2,31
osevná plocha řepky v ČR pro 6 % bisložku v naftě	ha	236 850
k ploše pro bisložku 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

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

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

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

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

Energii pro 5 300 000 elektromobilů dokáže zajistit FV elektrárna na rozloze 9 200 ha.

Automobily nyní procházejí trojicí zásadních inovací:

- náhrada pohonu spalovacím motorem pohonem elektrickým

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

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

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

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

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 trmáčet, 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

Odpor obyvatelstva vůči znečišťovatelům ovzduší je systematický a trvalý:

- napřed byly vyhubeny parní lokomotivy,
- pak přišlo na řadu odsíření elektráren,
- následovala domácí topeniště,
- po té byli kuřáci vyhnáni z kanceláří a restaurací,
- nyní jsou na řadě vozidla se spalovacími motory.

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