

Bezemisní udržitelná multimodální mobilita
VUT Brno
Praha, 14. 3. 2023

Jiří Pohl
Siemens Mobility, s.r.o.

Přírodní zákonitosti

Pro svůj život potřebujeme energii. Přijímáme ji formou potravy a svými svaly jsme schopni ji přeměnit v mechanickou práci. Dobře živený galejník dokázal za den svými svaly vytvořit energii zhruba 1 kWh.

Až do 18. století žili lidé v rovnováze s přírodou. Využívali jen tu energii, kterou průběžně vytváří slunce, zejména transformovanou přes fotosyntézu do potravin a paliva.

Největší událostí v dějinách lidstva, která pozitivně změnila svět, nebyla žádná ideologie, válka či revoluce, ale objev a užití fosilních paliv. Energie fosilních paliv umožnila lidstvu do té doby nebývalý rozvoj průmyslu, dopravy i bydlení, došlo k rozvoji vzdělanosti a všeobecnému pokroku.

Náš současný životní styl je energeticky velmi náročný. Na jednoho občana ČR připadala v roce 2019 spotřeba energie 130 kWh, z toho 93 kWh energie fosilních paliv. Jako by na každého z nás pracovalo 93 fosilních galejníků.

Avšak platí nejen zákon zachování energie, ale i zákon zachování hmoty. S každým spáleným kilogramem uhlíku vzniká nejen 9,1 kWh tepelné energie, kvůli které uhlík pálíme, ale i 3,67 kg oxidu uhličitého.

Pokud pálíme uhlík vzniklý v živé přírodě ze vzdušného oxidu uhličitého při fotosyntéze, tak jde o součást přirozeného přírodního koloběhu. Pokud ovšem pálíme fosilní uhlík (uhlí, ropa, zemní plyn), tak přemísťujeme uhlík s podzemí do ovzduší, do zemského obalu, kde zůstává. Oxid uhličitý je velmi stabilní, neodbourává se. Růst koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu zvyšuje tepelně izolační schopnost zemského obalu s důsledkem trvalé klimatické změny.

Důvodem záměrného spalování uhlovodíkových paliv je uvolnění tepelné energie, vytvoření spalného tepla.

V uhlovodíkovém palivu hoří a uvolňuje teplo jak uhlíková, tak i vodíková složka:

- spálením 1 kg vodíkové složky vzniká 39,4 kWh spalného tepla a oxidací se vytvoří $(2 \cdot 1 + 16) / (2 \cdot 1) = 9$ kg vody (H_2O), na její odpaření je potřeba 6,2 kWh tepelné energie, zbývá výhřevnost 33,2 kWh/kg,
- spálením 1 kg uhlíkové složky vzniká 9,1 kWh tepla a oxidací se vytvoří $(12 + 2 \cdot 16) / 12 = 3,67$ kg oxidu uhličitého (CO_2), tedy uhlíková stopa čistého uhlíku je $3,6 / 9,1 = 0,403$ kg CO_2 /kWh

Uhlíková stopa ropné nafty je 2,65 kg CO_2 / liter (výhřevnost 10 kWh), tedy 0,265 kg CO_2 /kWh

Uhlíková stopa uhlí je cca 0,36 kg CO_2 /kWh

Uhlíková stopa elektrické energie z uhelné elektrárny s účinností 36 % je $0,36 / 0,36 = 1,00$ kg CO_2 /kWh

Uhlíková stopa elektrické energie z paroplynové elektrárny s účinností 60 % je $0,2 / 0,6 = 0,33$ kg CO_2 /kWh

Uhlíková stopa spotřební elektřiny závisí na energetickém mixu výroby elektřiny, tedy je teritoriálně a časově proměnná.

Aktuální stav v ČR cca 0,45 kg CO_2 /kWh s tendencí poklesu (ukončování provozu uhelných elektráren).

Transfer oxidu uhličitého

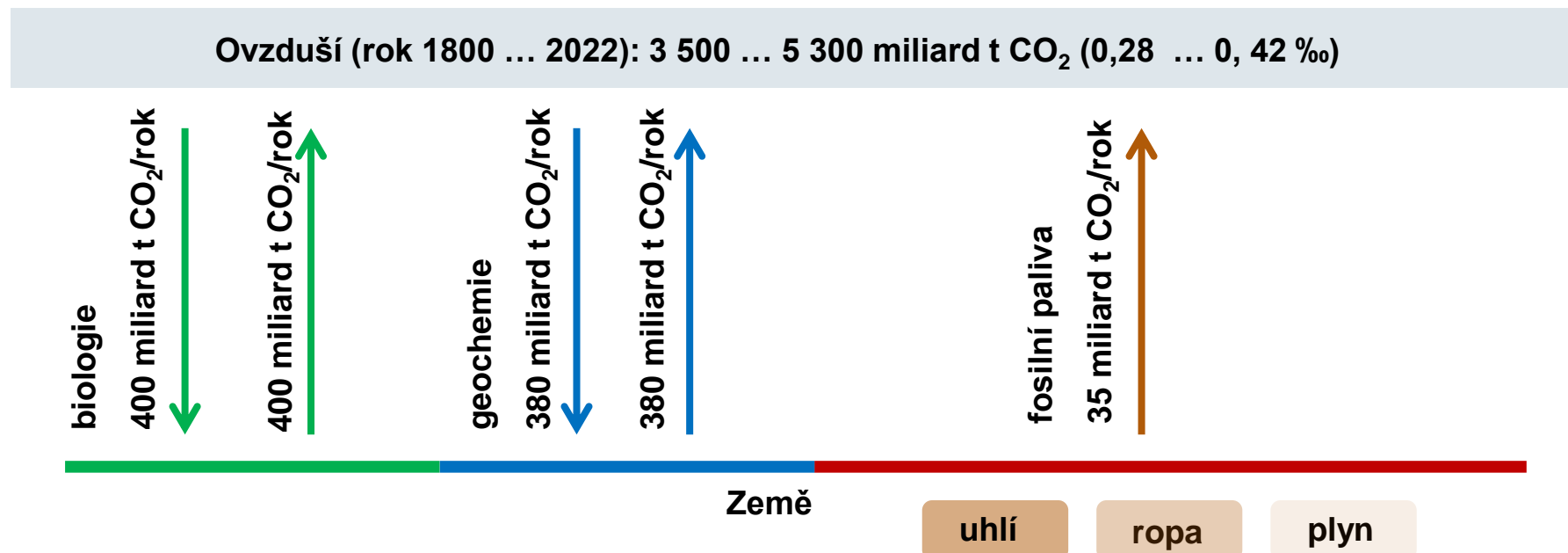
Přírodní procesy každoročně z ovzduší odebírají a do ovzduší navracejí 400 + 380 = 780 miliard t CO₂/rok.

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 s milionkrát větší intenzitou oxid uhličitý, vzniklý spalováním uhlí, ropných produktů a zemního plynu, předáván z podzemí do ovzduší (aktuálně: cca 35 miliard t CO₂/rok).

Spalováním fosilních paliv již bylo zvýšeno množství CO₂ v ovzduší z 3 500 o 1 800 na 5 300 mil.t.



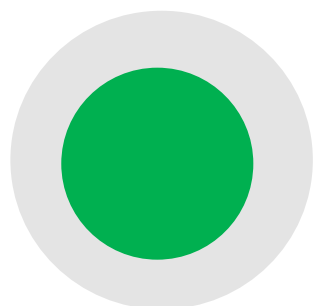
Důsledky spalování fosilních paliv (skleníkový efekt)

Vlivem spalování fosilních paliv stále roste koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu. Zemská atmosféra má tepelně izolační schopnost. Přes noc uchovává teplo. Oxid uhličitý, podobně jako ostatní skleníkové plyny, propouštějí na zemi sluneční záření, ale absorbují tepelné záření vycházející ze země do vesmírného prostoru.

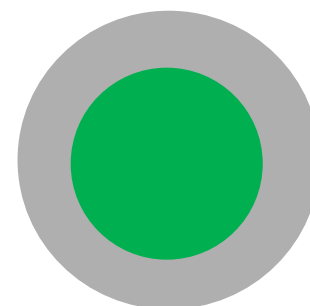
Již koncem 19. století počítal pozdější nositel Nobelovy ceny Swante Arrhenius, že zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře povede ke zvýšení teploty ovzduší.

Nejde jen o růst střední teploty, ale o růst výkyvů.

Ilustrují to statistiky pojišťoven – roste riziko poškození věcí přírodními vlivy.



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



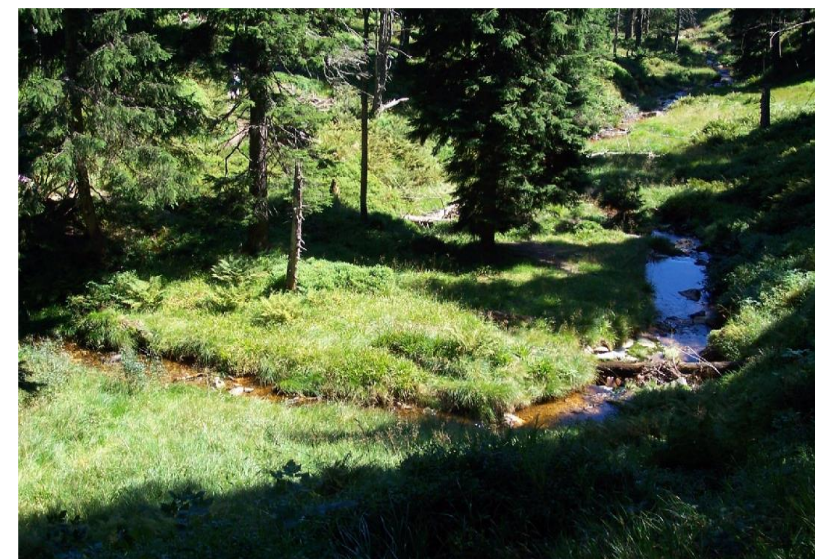
Ovzduší (rok 2022):
5 300 miliard t CO₂
koncentrace 0,42 ‰
výchozí teplota zvýšená o 1 ° C

Kompenzace spalování fosilních paliv funkcí lesů

Rostliny se zúčastňují koloběhu oxidu uhličitého v přírodě – při růstu jej pro fotosyntézu odebírají z ovzduší a při tlení či spalování jej vrací zpět do ovzduší. V dlouhodobém cyklu jsou z hlediska CO₂ neutrální.

Určitou výjimkou jsou hospodářsky využívané lesy – dřevo stromů, které nezetlí či není spáleno, v sobě váže oxid uhličitý, přibližně v poměru 1 t CO₂ na 1 m³ dřeva.

plocha území ČR	7,9 mil. ha,
lesnatost území ČR	34 %,
plocha lesů na území ČR	2,7 mil. ha,
roční přírůstek dřeva v lesích v ČR	18 mil. m ³ /rok
měrná roční produkce dřeva	6,8 m ³ /ha/rok,
měrná roční schopnost absorpce CO ₂	6,8 t/ha/rok,
roční schopnost absorpce CO ₂ lesů v ČR.....	18 Mt/rok.



=> pro ukládání oxidu uhličitého, aktuálně produkovaného dopravou v ČR v úrovni 19 Mt CO₂/rok spalováním 73 TWh/rok fosilních paliv, by bylo potřeba zalesnit dalších 2,8 mil. ha, tedy dalších 36 % z celkové plochy území státu a vyprodukované dřevo uschovat (nesmí se spálit ani zetlít). To není reálné.

Množství oxidu uhličitého, který je schopen jeden hektar lesa uložit za rok do dřevní hmoty, vyprodukuje osobní automobil se spotřebou nafty 5,1 litru na 100 km při ujetí vzdálenosti 50 000 km: $50\,000 \cdot 5,1/100 \cdot 2,65 = 6\,800$ kg CO₂.

Udržování života je základním principem existence živých organizmů. Milujte se a množte se.

Rodinná pospolitost, péče o mláďata a vytváření statků pro budoucnost jsou nejpřirozenějšími aktivitami.

Vědomé trvalé poškozování klimatu na další tisíce let dopředu, pro bezpočet dalších generací, se s těmito principy neslučuje.

Není morální zajišťovat okamžitý prospěch jedné generace na úkor zhoršení životních podmínek mnoha dalších generací.

Zásoby fosilních paliv jsou konečné, stejně bychom za ně jednou museli najít nějakou náhradu. Tak to udělejme hned, nečekejme, až všechna fosilní paliva spálíme s negativními vlivy na zemské klima.

Fosilní paliva dávají lidstvu velkou energii. Ale tu samou energii, jako lidstvo získává ročně splováním uhlí ropy a zemního plynu, posílá slunce na průmět Země v podobě slunečního záření každých 40 minut.

Využijme znalosti a dovednosti, které jsme v epoše konzumace fosilních paliv získali, k tomu, abychom se naučili žít bez fosilních paliv. A udělejme to brzo, stejně by to jednou muselo přijít. Omezme klimatickou změnu, ať není moc velká.

Bude nás to stát hodně páce. Ale od toho jsme snad tady, máme k tomu ruce a hlavy.

Budoucí generace nás budou odsuzovat za to, že jsme jim navždy zhoršili klima. Bude nás mít za Paty a Maty, kteří navždy na Zemi pokazili počasí. Tak jim pomozme nést jejich úděl, tím, že nebude tak velký.

Až do února roku 2022 jsme žili v iluzi mírumilovného světa.

Domnívali jsme se, že nesmyslné války a revoluce již skončily. Byli jsme přesvědčení, že lidstvo již má rozum, že již nepotřebuje ničit a zabíjet. Avšak není tomu tak:

- jsme zaskočeni, neboť si uvědomujeme, že nákupem (dovozem) fosilních paliv pomáháme financovat agresivní armádu,**
- jsme vydíratelní, neboť si uvědomujeme svoji závislost na nákupu (dovozu) fosilních paliv, kterou se zbavujeme své svobody.**

Doprava v ČR spotřebuje ročně cca 8 miliard litrů kapalných paliv, což vyžaduje nákup ropy za přibližně 120 miliard Kč, které mohou být využity pro financování agresivní armády.

Každým ušetřeným litrem nafty lze tuto částku snížit o 15 Kč, které mohou být příjemce využity k nákupu zbraní.

Přitom závislost dopravy na fosilních palivech již při současném stavu techniky není nutností.

To je zásadní téma k operativnímu i strategickému řešení

Evropa má velmi silnou motivaci k odklonu od fosilních paliv:

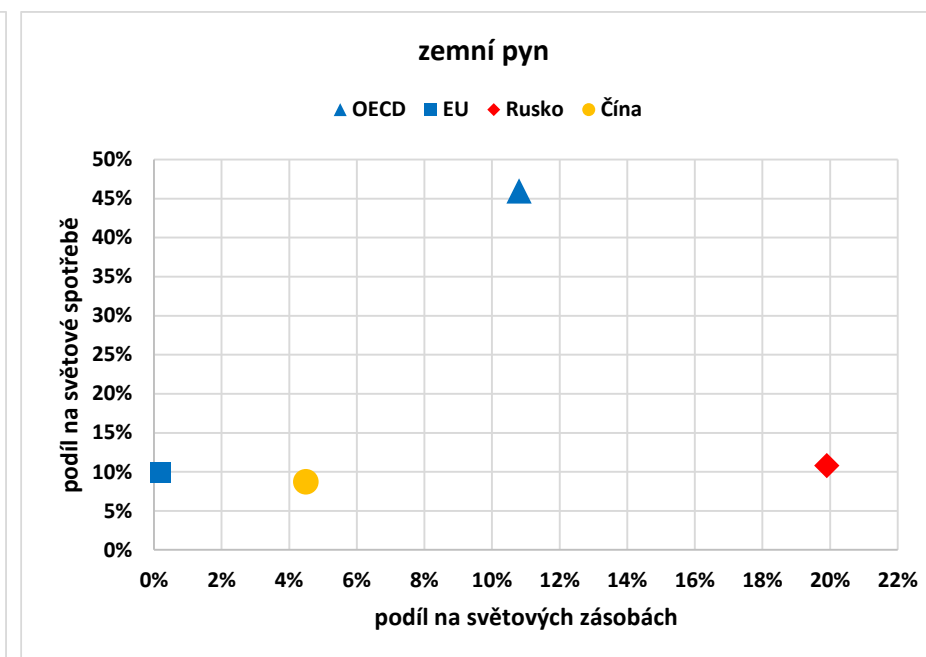
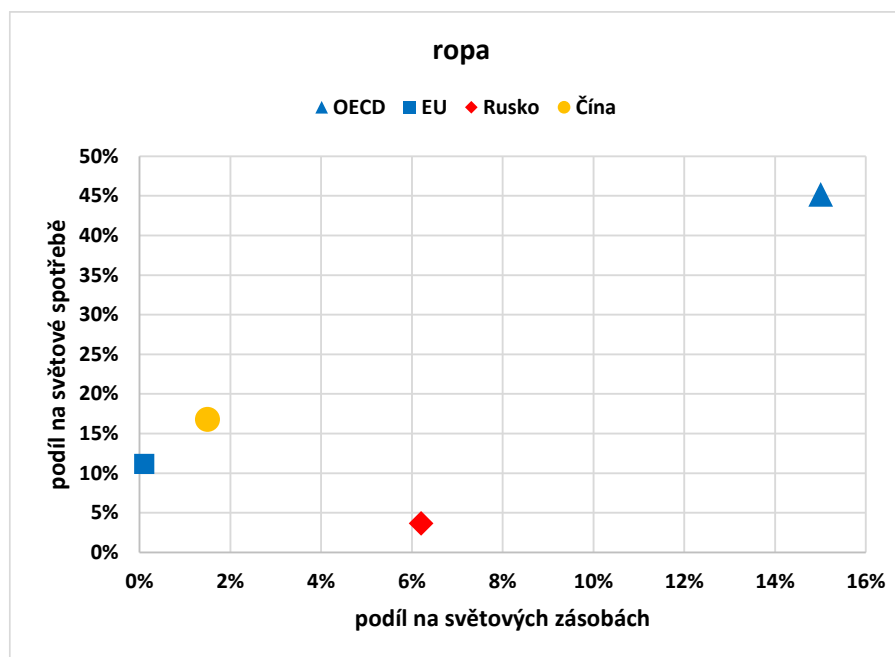
- ropa: podíl Evropy na světových zásobách 0,1 %, podíl Evropy na světové spotřebě 11,2 %, tedy 112krát více,
- zemní plyn: podíl Evropy na světových zásobách 0,2 %, podíl Evropy na světové spotřebě 9,9 %, tedy 50krát více.

=> pokud Evropa nechce svým importem financovat agresivní armády, musí přestat používat fosilní paliva.

=> pokud Evropa nechce být vydírána agresivními státy, musí přestat používat fosilní paliva.

ropa	OECD	EU	Rusko	Čína
zásoby	15,0%	0,1%	6,2%	1,5%
spotřeba	45,2%	11,2%	3,7%	16,8%
poměr	3,0	112	0,6	11,2

zemní plyn	OECD	EU	Rusko	Čína
zásoby	10,8%	0,2%	19,9%	4,5%
spotřeba	46,0%	9,9%	10,8%	8,7%
poměr	4,3	50	0,5	1,9



Racionální řešení je velmi jednoduché:

- chceme být svobodní a nezávislí, máme rádi jistoty a budoucí rozvoj,
- náš životní styl je založen na spotřebě fosilních paliv (ČR cca 93 kWh/obyvatele/den), což reprezentuje extrémně vysokou produkci oxidu uhličitého (ČR jen fosilními palivy cca 10 t obyvatele/rok), kterou navždy ničíme klima (spalováním fosilních paliv zvýšená koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu se v měřítku lidského věku samovolně nesníží) a tím si poškozujeme jistoty budoucího rozvoje,
- ve spotřebě fosilních paliv nejsme soběstační, prakticky veškeré ropné produkty a zemní plyn dovážíme a tím se připravujeme o svobodu a nezávislost,
- existují jak technologie, tak i korekce životního stylu, které vedou k zásadnímu snížení spotřeby energie,
- existují jak technologie, tak i korekce životního stylu, které umožňují náhradu fosilních zdrojů energie obnovitelnými zdroji energie.

Trendy

V prosinci roku 2015 se reprezentanti téměř dvou set zemí světa (včetně ČR) na konferenci v Paříži dohodli, že zastaví oteplování země na hodnotě 1,5 až 2 ° C.

Jak potvrdily podrobné propočty provedené Mezinárodní energetickou agenturou IEA a zveřejněné v dokumentu Net-zero by 2050 znamená toto rozhodnutí přestat do roku 2050 používat veškerá fosilní paliva, tedy uhlí, ropu a zemní plyn.

Pařížské konferenci dohodnuté záměrné a dobrovolné ukončení éry využívání fosilních paliv je nepochybně nejvýznamnějším rozhodnutím v dějinách lidstva, neboť i předchozí objev využití fosilních paliv byly nejvýznamnějším pokrokem v dějinách lidstva. Energie fosilních paliv umožnila rozvoj průmyslu, dopravy, bydlení a návazně na to i sociální a zdravotní péče, vzdělanosti, kultury i volnočasových aktivit.

Avšak záměrné uvolňování tepelné energie uhlí, ropy a zemního plynu jejich spalováním je též provázeno nežádoucím transferem v nich vázaného uhlíku z podzemí do zemského obalu, kde v podobě oxidu uhličitého dlouhodobě (z hlediska vnímání lidského věku v zásadě trvale) zvyšuje jeho tepelně izolační schopnost. To lidstvo vyhodnotilo jako vážné nebezpečí a rozhodlo se fosilní paliva přestat používat.

Mezinárodní energetická agentura IEA stanovila ve své letošní zprávě Net-zero by 2050 základní milníky pro cestu k cíli nulové produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv v roce 2050:

- **neinvestovat do rozvoje těžby, uhlí a zemního plynu,**
- **nebudovat nové uhelné elektrárny,**
- **výstavba jen bezemisních domů od roku 2030,**
- **přechod všech vozidel na elektrický pohon do roku 2040,**
- **bezemisní elektroenergetika od roku 2040,**
- **zajistit růst vzdělanosti pro zvládnutí nových technologií.**

Nejde o program (ten určila Pařížská dohoda), ale o scénář, jak program naplnit

K naplnění cíle odklonu od používání fosilních paliv vedou na principu společenské dělby práce dvě navzájem koordinované aktivity:

- **v odpovědnosti energetického sektoru je snižování konečné spotřeby energie cestou zvyšování energetické účinnosti transformačních procesů a eliminace používání fosilních paliv k transformačním procesům. A to pochopitelně při zajištění energie pro konečné spotřebitele,**
- **v odpovědnosti spotřebitelských sektorů je snižování konečné spotřeby energie cestou zvyšování energetické účinnosti spotřebitelských procesů a eliminace používání fosilních paliv ke konečné spotřebě. A to pochopitelně při zajištění pro společnost potřebných produktů a služeb.**

Evropa nechce zůstat stát stranou mimo toto celosvětové dění a pro si klade podobné cíle:

- **Evropská komise definovala již v prosinci 2019 ve svém sdělení Evropskému parlamentu a radě COM(2019) 640 „Zelená dohoda pro Evropu“ cíl dosažení uhlíkové neutrality v roce 2050. V kapitole 2.1.5, týkající se dopravy, je uveden cíl snížit do roku 2050 v dopravě emise o 90 %. Jedním ze základních nástrojů k tomu je převedení 75 % nákladní dopravy ze silnic na železnice nebo vodu,**
- **o rok později, v prosinci 2020 upřesnila Evropská komise ve svém sdělení Evropskému parlamentu a radě COM(2020) 789 „Strategie pro udržitelnou a inteligentní mobilitu“ dopravní politiku EU s velmi silným akcentem na rozvoj bezemisní veřejné hromadné dopravy a na dynamické tempo budování vysokorychlostních železnic náhradou za cestování energeticky a emisně vysoce náročnými letadly automobily.**

Vládou ČR v březnu roku 2021 přijatá Dopravní politika ČR pro období 2021 až 2027 s výhledem do roku 2050, zpracovaná Ministerstvem dopravy ČR, se zásadním způsob odklání od nezdravého extenzivního rozvoje dopravy a jednoznačně deklaruje hodnoty bezemisní multimodální mobility a hlásí se k inovativním technologiím pro její uskutečnění.

Sdělení Evropské komise COM (2019) 640 11. prosince 2019 - Zelená dohoda pro Evropu

Kapitola 2.1.5. Urychlení přechodu k udržitelné a inteligentní mobilitě

„Na dopravu připadá čtvrtina skleníkových plynů produkovaných v EU a její podíl stále roste. K dosažení klimatické neutrality je nezbytné do roku 2050 emise z dopravy snížit o 90 %.

Dosažení udržitelné dopravy znamená upřednostnit uživatele a nabídnout jim cenově dostupnější, dosažitelnější, zdravější a čistší alternativy k dopravním prostředkům, na které jsou v současnosti zvyklí.“

Cíl: převést do roku 2050 ze silnic na železnice 75 % nákladní dopravy

Základní teze:

- **automatizovaná a propojená multimodální mobilita bude spolu s inteligentními systémy řízení dopravy, které využívají digitalizaci, hrát stále větší úlohu,**
- **dopravní systém a infrastruktura EU se přizpůsobí tak, aby podporovaly nové služby udržitelné mobility, které zejména v městských oblastech sníží dopravní zatížení a znečištění,**

Základní teze:

- prostřednictvím svých nástrojů financování, jako je Nástroj pro propojení Evropy, Komise pomůže rozvíjet inteligentní systémy řízení dopravy a řešení pro mobilitu jako službu,
- cena dopravy musí odrážet její dopad na životní prostředí a zdraví,
- množství emisí z dopravy by se mělo radikálně snížit, zejména ve městech,
- kombinace opatření by se měla zaměřit na emise, dopravní přetížení měst a zlepšování veřejné dopravy,
- komise navrhne přísnější normy pro emise látek znečišťujících ovzduší produkovaných vozidly se spalovacím motorem,
- komise zváží uplatňování systému evropského obchodování s emisemi i na silniční dopravu.

Velmi důležitým nástroje EU k naplnění svých cílů se stává taxonomie. Na základě vyhodnocení nízké efektivity aplikace finančních prostředků k podpoře plnění cílů EU v minulém programovém období dospěla EU k potřebě vytvoření jednoznačných definic žádoucích a nežádoucích produktů.

Taxonomie rozlišuje:

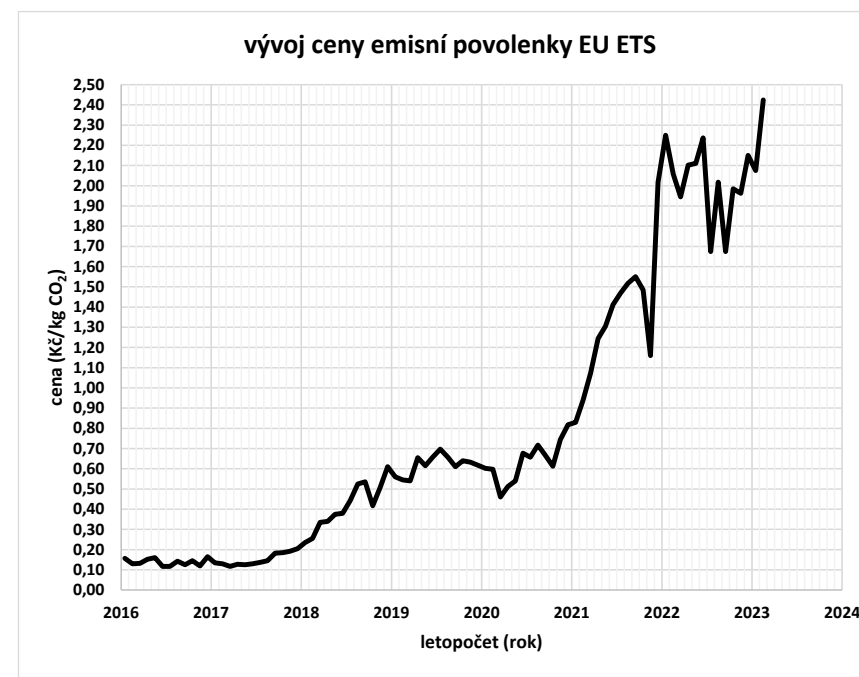
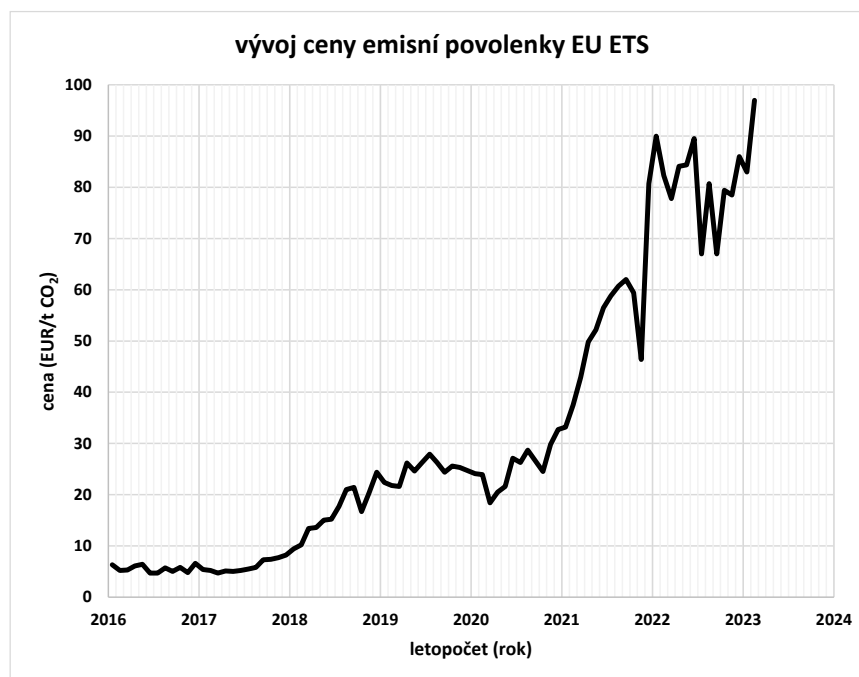
- **perspektivní produkty a technologie, jejichž užití se ztotožňuje s plněním cílů EU v oblasti environmentální udržitelnosti a které mají reálný předpoklad být smysluplně využívána po celou dobu svého předpokládaného technického života, a proto má logiku do jejich pořízení investovat,**
- **neperspektivní produkty a technologie, jejichž užití se neztotožňuje s plněním cílů EU v oblasti environmentální udržitelnosti a které nemají reálný předpoklad být smysluplně využívána po celou dobu svého předpokládaného technického života, a proto nemá logiku do jejich pořízení investovat.**

Stojí za povšimnutí, že taxonomii ještě před jejím povinným zavedením (1.1.2022) již o své vůli převzaly též i privátní banky a pojišťovny. Vnímají ji jako know-how k rozlišení nejen dobrých a špatných investic, ale i rozlišení dobrých a špatných investorů (rating). To se aktuálně ukazuje v energetice, kde podnikatelské subjekty vázané na využívání fosilních paliv nemohou již v současnosti získat nejen dotace z EU fondů, ale ani bankovní úvěry, neboť banky nevěří v jejich dlouhodobou prosperitu a tím i schopnost splácet úvěry.

Emisní povolenky EU ETS

Princip obchodování s emisemi oxidu uhličitého EU ETS je prostý:

- kdo potřebuje spalovat fosilní paliva (a spadá do emisními povolenkami regulované oblasti, což je v současnosti průmysl a energetika, nikoliv doprava a domácnosti) je povinen kopit si v odpovídajícím množství emisní povolenky,
- z výnosu z prodeje emisních povolenek podporuje stát inovativní investice zaměřené k úsporám energie a emisí,
- cenu emisních povolenek určuje trh, avšak je řízena snižováním vydávaného množství (aktuálně o 2,2 %/rok)



Současný stav v antropogenní produkci oxidu uhličitého je nerovný. Oblast spotřeby fosilních paliv regulovaná emisními povolenkami oxidu uhličitého EU ETS se vztahuje jen na průmysl a energetiku, nikoliv na dopravu a na domácnosti. V důsledku toho platí emisní povolenky jen polovina spotřebitelů fosilních paliv, zatímco druhá polovina spotřebitelů fosilních paliv, a tím i producentů oxidu uhličitého, což jsou automobily a lokální topeniště, není dosud do systému emisních povolenek EU ETS zahrnuta. Přitom se zároveň jedná největší znečišťovatele životního prostředí zdraví škodlivými látkami (oxidy dusíku, jemnými prachovými částicemi a polyaromatickými uhlovodíky).

Tato nedůslednost bude odstraněna. Od roku 2027 bude v zemích EU pro domácnosti a dopravu vytvořen samostatný obchodní systém emisních povolenek. Pro rok 2027 je navrhována výchozí cena emisní povolenky pro domácnosti a dopravu v úrovni zhruba 30 až 40 EUR za jednu tunu oxidu uhličitého. To bude mít dva důsledky:

- emisní povolenka v úrovni 35 EUR/t CO₂ zvýší cenu ropné nafty s měrnou emisivitou 2,65 kg CO₂/litr částkou cca 2,40 Kč/litr,
- emisní povolenka v úrovni 35 EUR/t CO₂ zatíží dopravu v ČR jako celek (se spotřebou fosilních paliv 73 TWh/rok) částkou zhruba 17 mld. Kč/rok. Tento výnos bude k dispozici k využití k podpoře bezemisních technologií.

Emisní povolenky

SIEMENS

Ingenuity for life

Výchozí cena emisní povolenky v prvním roce není až tak důležitá, podstatná bude tržní cena emisní povolenky v dalších létech. Počínaje rokem 2028 bude objem vydávaných emisních povolenek postupně snižován, a to lineárním redukčním faktorem o 5,15 %/rok. Každým rokem bude množství vydaných emisních povolenek (a tím i fosilních paliv pro dopravu a domácnosti) snižováno o 5,15 %.

V závislosti na cenové elasticitě tržní poptávky po fosilních palivech bude růst tržní cena emisní povolenky (a spolu s tím i cena fosilních paliv) tak, aby prodej fosilních paliv (a s jejich používáním spojené emise oxidu uhličitého), klesal požadovaným tempem, tedy o 5,15 % ročně.

Stanovený 5,15 % roční pokles spotřeby fosilních paliv je v kontrastu s dosavadním růstem spotřeby fosilních paliv v dopravě, který až do roku 2019 (před pandemií) činil v ČR každoročně kolem 1,8 %. Oproti dosavadnímu vývojovému trendu bude proto nutno spotřebu paliv snižovat o $5,15 + 1,8 = \text{cca } 7 \%$ ročně. Trh sám (chování spotřebitelů) si určí vývoj ceny emisní povolenky tak, aby jí způsobené zvýšení ceny paliv vyvolalo pokles spotřeby paliv o 5,15 % vůči předchozímu roku, respektive o 7 %/rok vůči předchozímu vývojovému trendu.

Cena tržní povolenky bude tedy vytvořena elasticitou trhu. Fosilní paliva budou tak drahá, jak velké zdražení je pro obyvatelstvo potřebnou motivací k dodržení stanoveného tempa snižování jejich spotřeby.

Z chování spotřebitelů v roce 2022, kdy v odezvě na náhlé zvýšení cen pohonných hmot v důsledku skokového nárůstu ceny ropy na 120 USD/barel, jejich spotřeba prakticky nepoklesla, lze usuzovat, že tržní cena emisních povolenek bude značně vysoká, aby přiměla obyvatelstvo ke změně dopravního chování.

V roce 2050 již nebudou emitovány žádné emisní povolenky, doprava již nedostane žádná fosilní paliva.

Energetika ČR

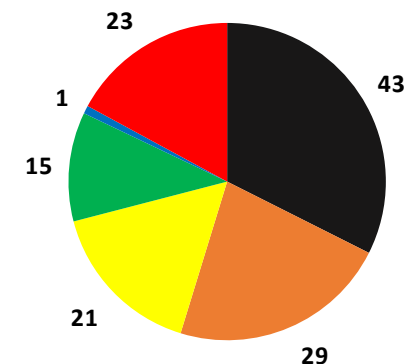
Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): Primární spotřeba



Primární spotřeba energie ČR 2019									
	celková energie	fosilní energie	import energie	celková energie	fosilní energie	import energie	celková energie	fosilní energie	import energie
	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	%	%	%
uhli	166	166	11	599	599	38	33	33	2
ropa	114	114	113	412	412	406	23	23	23
zemní plyn	83	83	81	300	300	293	17	17	16
OZE	57	0	-1	206	0	-2	11	0	0
odpady	4	0	0	15	0	0	1	0	0
jádro	88	0	88	316	0	316	18	0	18
elektřina	-13	0	-13	-47	0	-47	-3	0	-3
celkem	500	364	279	1 801	1 311	1 004	100	73	56

ČR 2019: struktura primární spotřeny energie (kWh/obyvatele/den)

■ uhli ■ ropa ■ zemní plyn ■ OZE ■ odpady ■ jádro

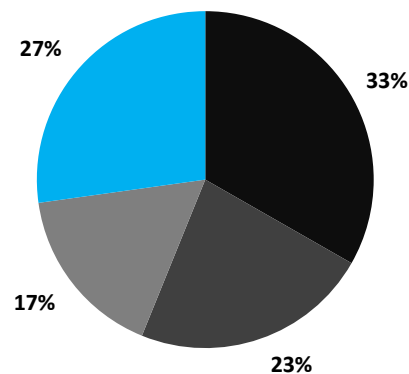


73 % primární spotřeby energie pokrývají fosilní paliva

58 % primární spotřeby energie pokrývá import

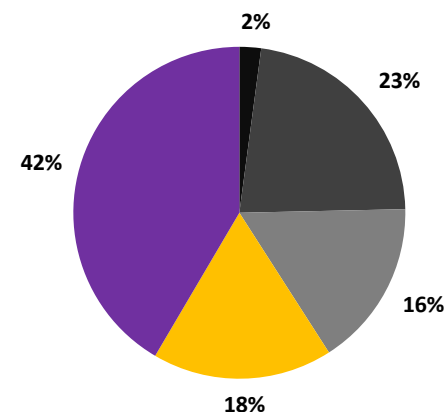
struktura primární spotřeby energie v ČR v roce 2019

■ uhli ■ ropa ■ plyn ■ nefosilní



struktura primární spotřeby energie v ČR v roce 2019

■ dovoz uhli ■ dovoz ropa ■ dovoz plyn ■ dovoz jádro ■ domácí zdroje



V přepočtu na jednoho občana ČR činní denní spotřeba fosilních paliv 93 kWh.

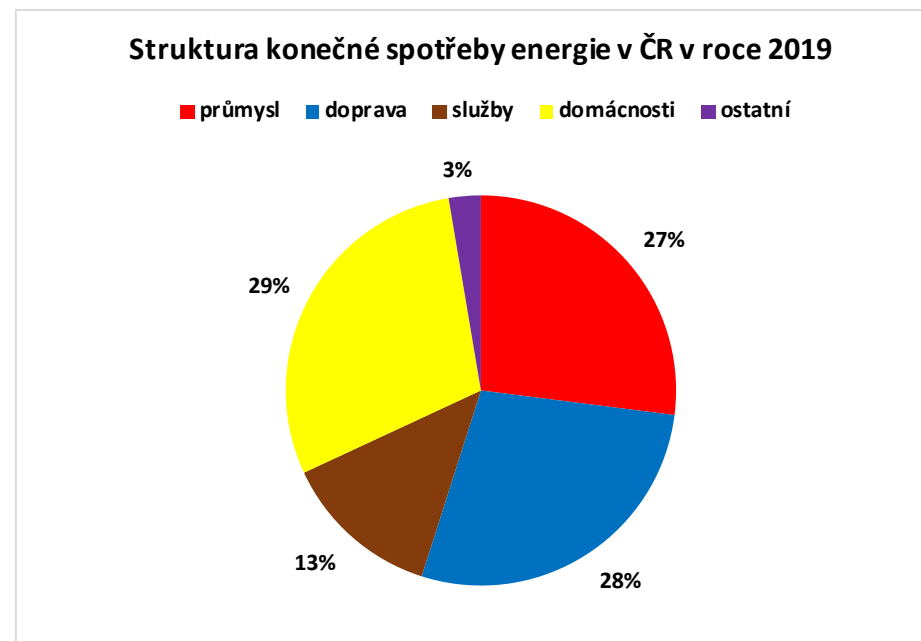
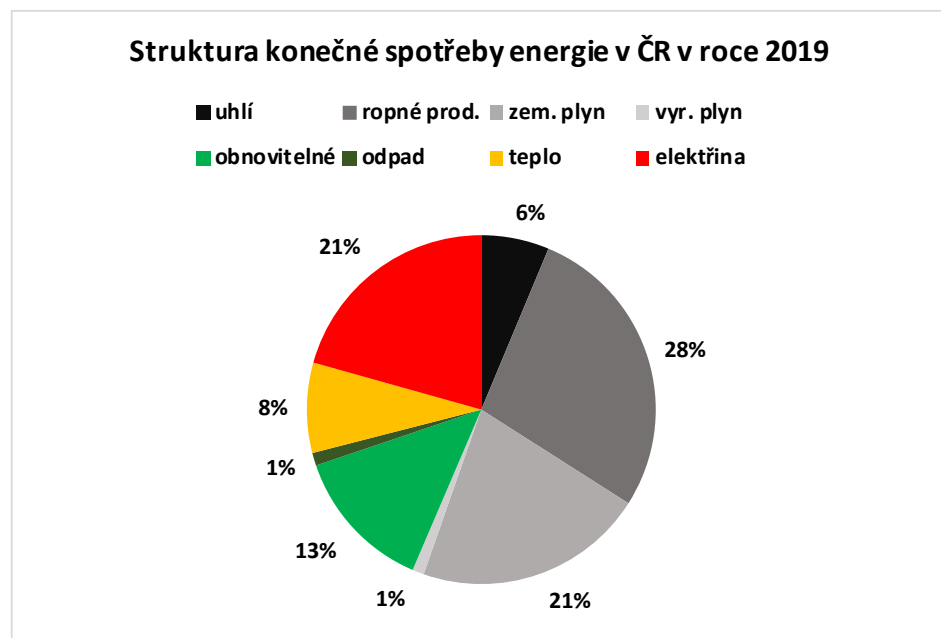
Každému občanu ČR trvale někde hoří fosilní ohniček o výkonu téměř 4 kW.

Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): Konečná spotřeba



Konečná spotřeba energie ČR 019																					
	celková energie	fosilní energie	vyrob. plyny	obnov.	odpad	tepelná energie	elektr. energie	celková energie	fosilní energie	vyrob. plyny	obnov.	odpad	tepelná energie	elektr. energie	celková energie	fosilní energie	vyrob. plyny	obnov.	odpad	tepelná energie	elektr. energie
	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	TWh/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	PJ/rok	%	%	%	%	%	%	%
průmysl	76	33	3	6	3	7	24	275	120	11	21	11	24	88	27	12	1	2	1	2	9
doprava	79	73	0	4	0	0	2	284	263	0	14	0	0	6	28	26	0	1	0	0	1
služby	37	14	0	1	0	6	16	134	51	0	3	1	20	58	13	5	0	0	0	2	6
domácnosti	83	31	0	26	0	11	15	298	110	0	92	0	41	55	29	11	0	9	0	4	5
ostatní	8	5	0	2	0	0	1	27	19	0	6	0	0	3	3	2	0	1	0	0	0
celkem	283	156	3	38	3	24	58	1018	563	11	136	12	85	210	100	55	1	13	1	8	21

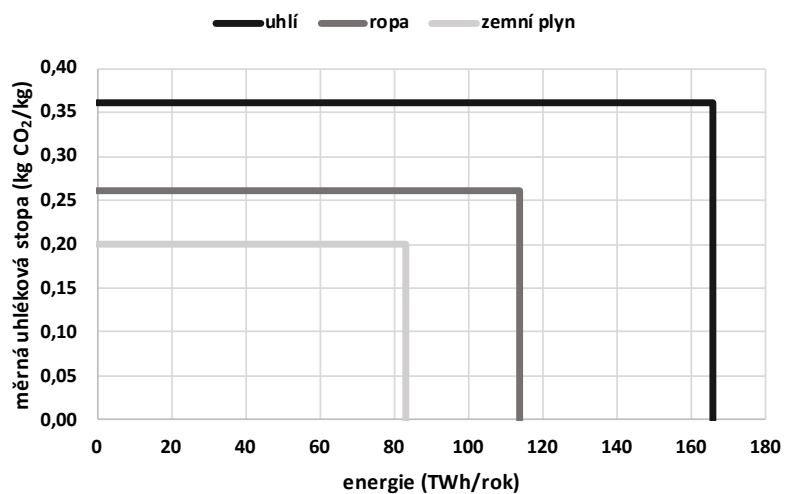
55 % konečné spotřeby energie tvoří fosilní paliva přímo, 74 % konečné spotřeby energie tvoří fosilní paliva nepřímě.



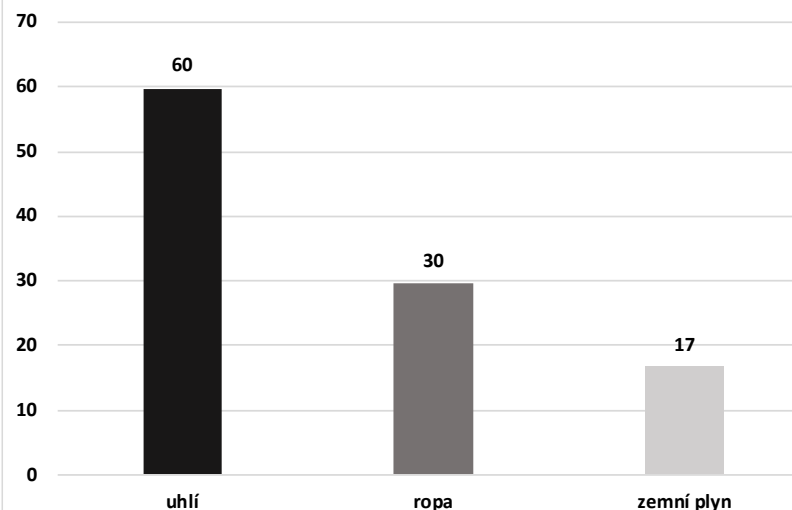
Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): Produkce oxidu uhličitého

Splování fosilních paliv se dominantním způsobem podílí na antropogenní produkci oxidu uhličitého

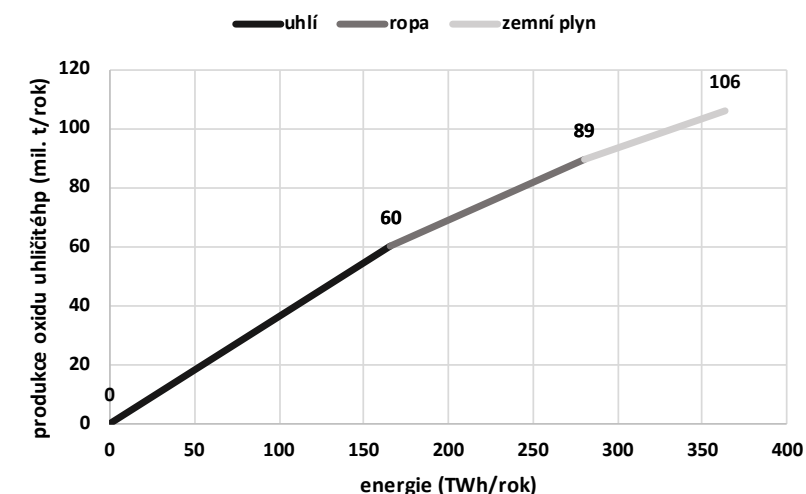
produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv v ČR v roce 2019



produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv v ČR v roce 2019 (mil. t/rok)

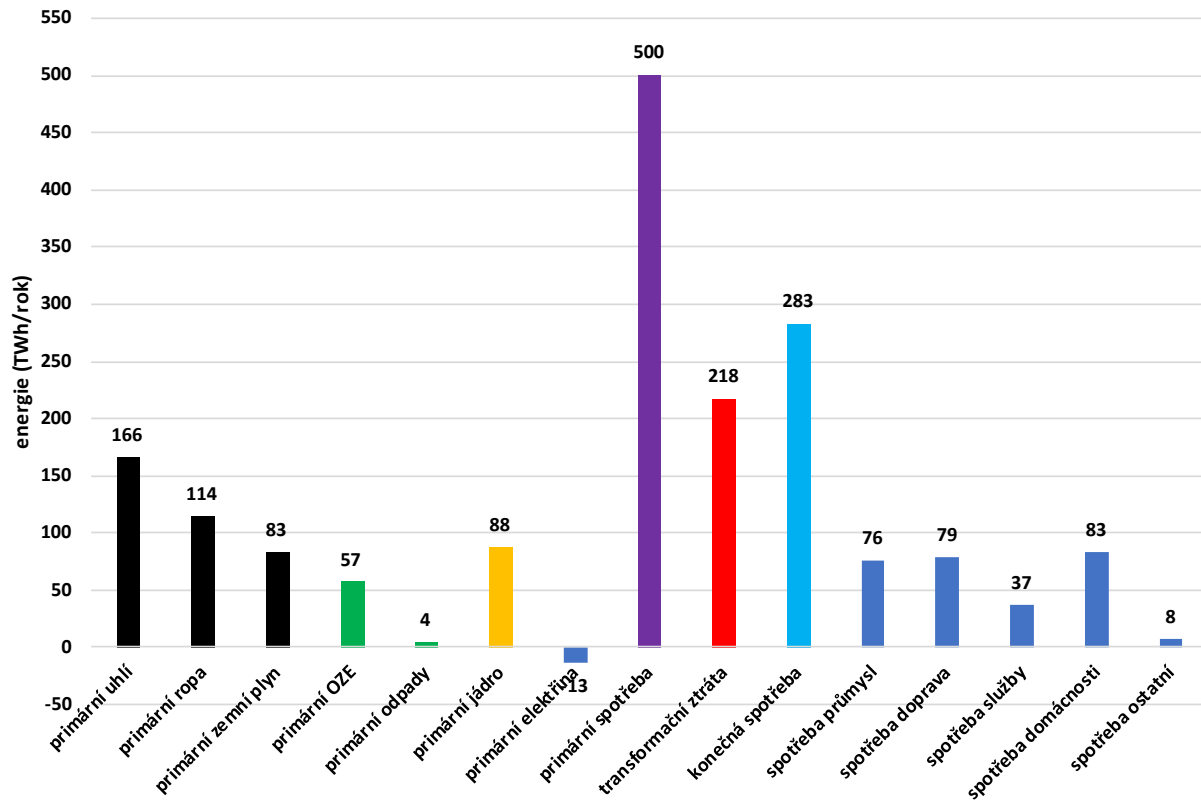


produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv v ČR v roce 2019

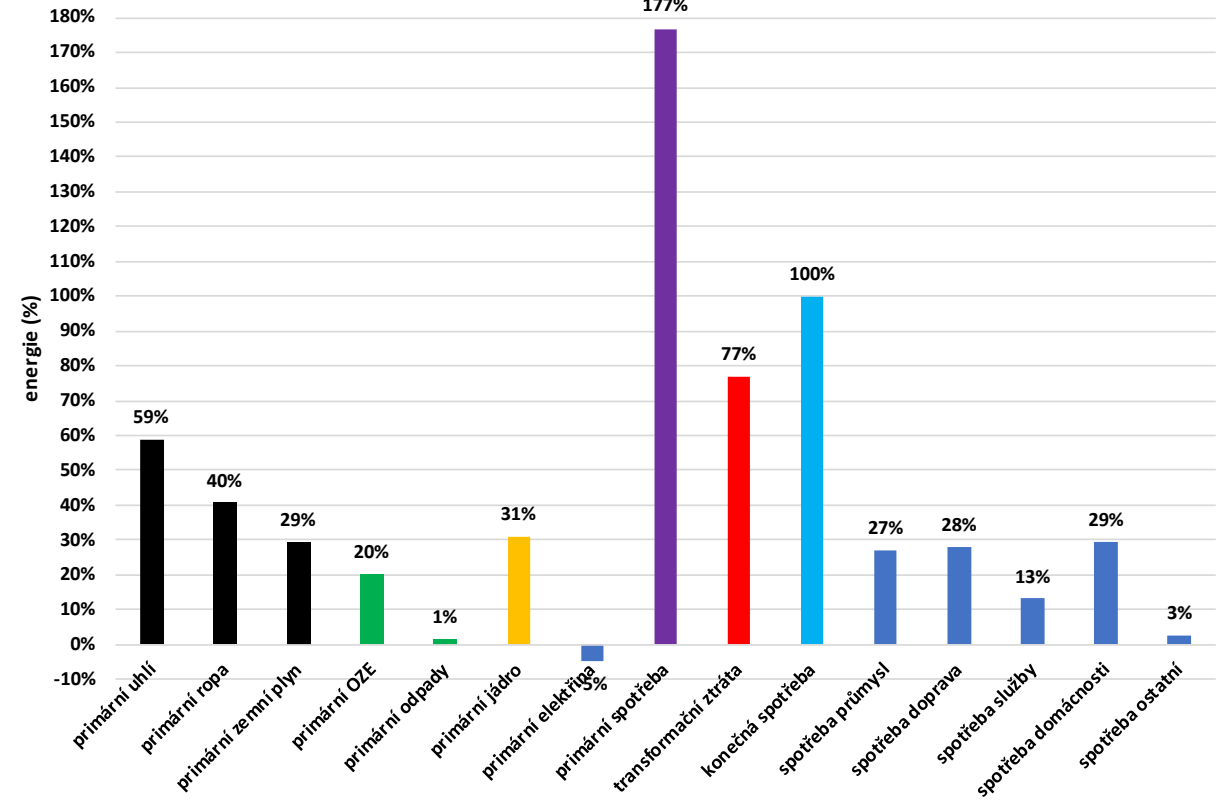


Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): řetězec primární a konečné spotřeby

energetická bilance ČR (2019)



energetická bilance ČR (2019)



Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): pro srovnání nový jaderný zdroj 1,2 GW (vpravo dole)

SIEMENS

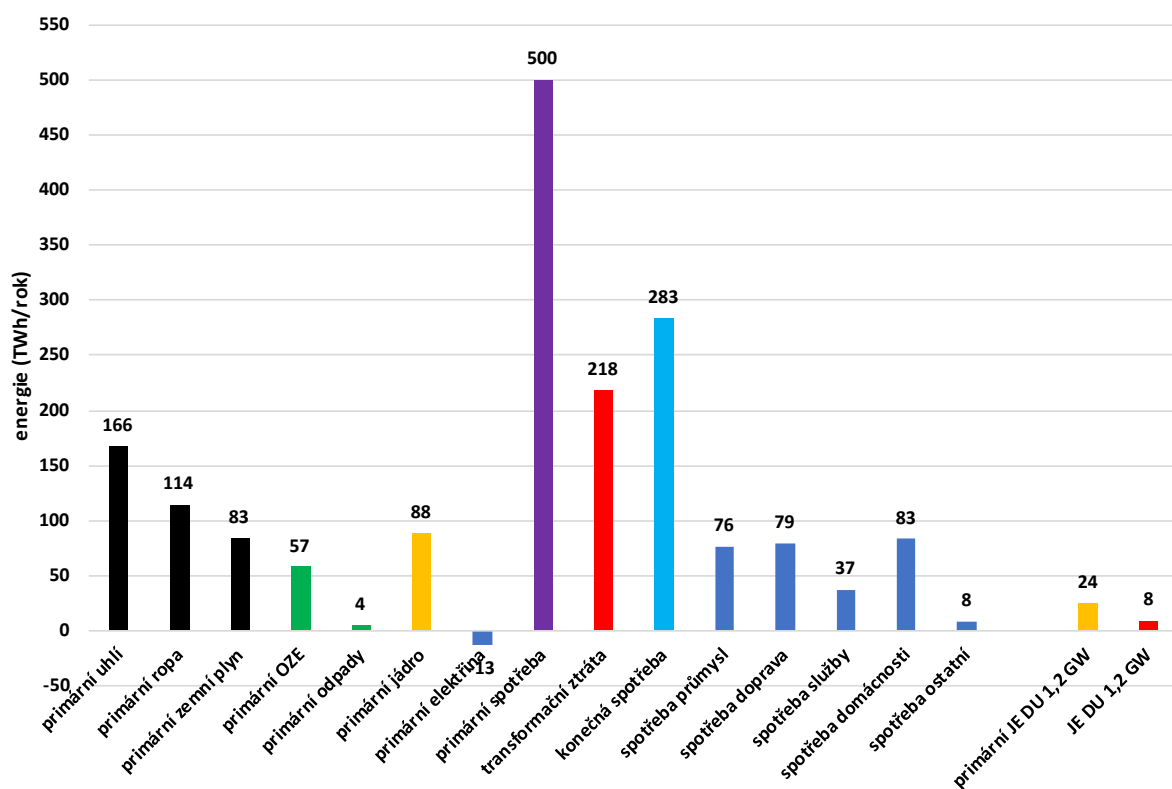
Ingenuity for life

Uvažovaná nová jaderná elektrárna Dukovany o výkonu 1,2 GW bude schopna při 80 % využití dodat ročně 8 TWh elektrické energie. To jsou pouhá 3 % současné konečné spotřeby energie v ČR (283 TWh/rok v roce 2019).

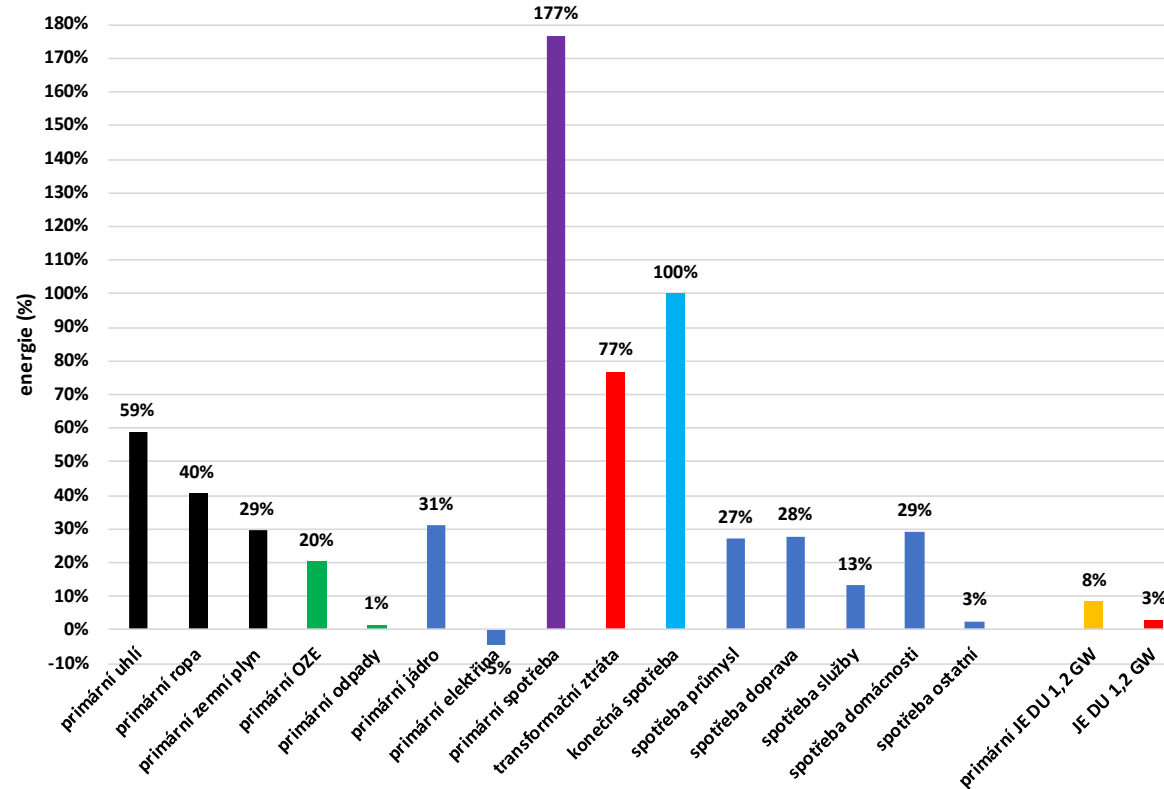
Česká republika potřebuje zajistit celou konečnou spotřebu energie a rychleji. Jsou k tomu dvě cesty:

- snížení konečné spotřeby energie ze současných 283 TWh/rok zvýšením energetické účinnosti,
- významné zapojení obnovitelných zdrojů energie

energetická bilance ČR (2019)



energetická bilance ČR (2019)

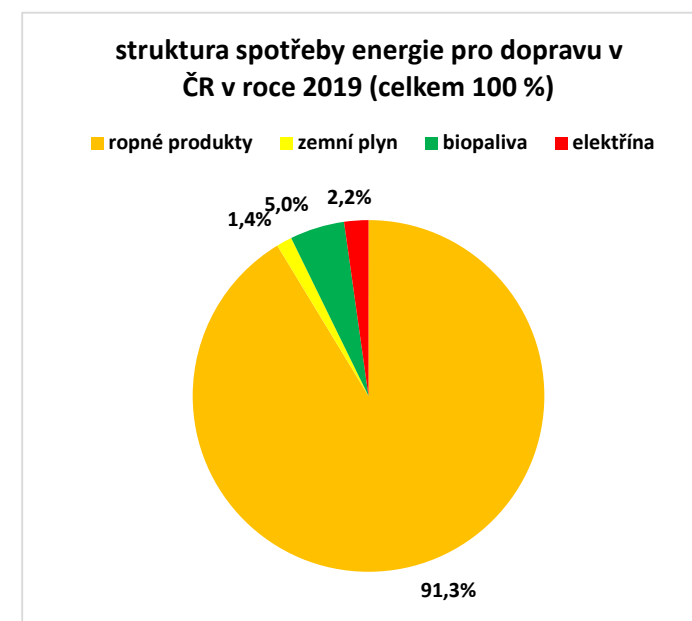
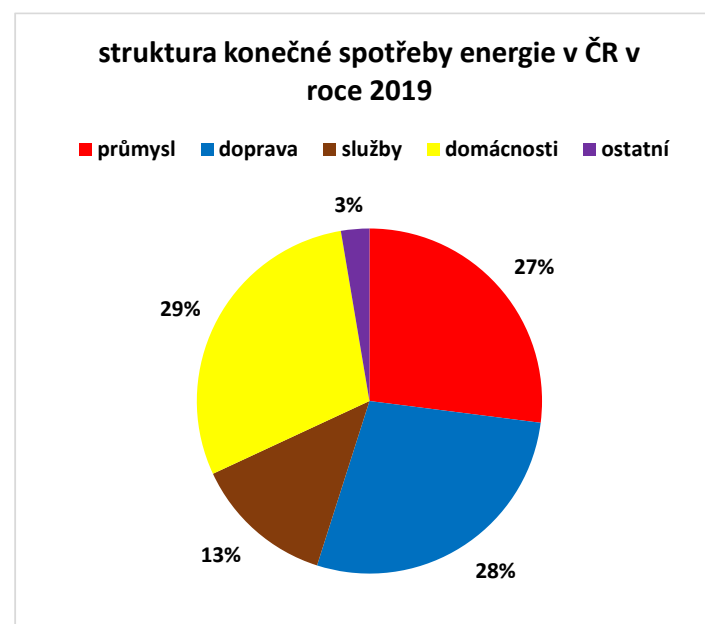
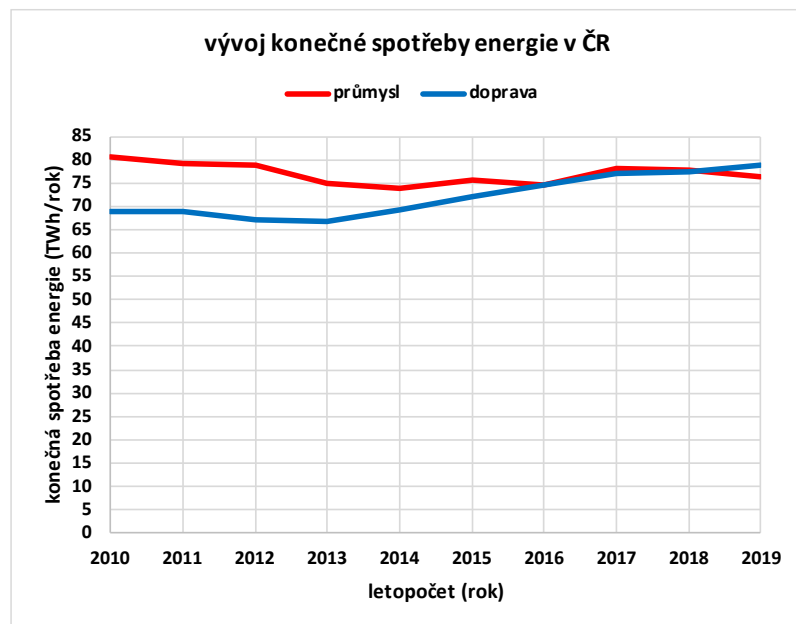


Výchozí stav a jeho řešení

Závazné tempo úspor konečné spotřeby energie vyžaduje každým rokem vytvářet nové úspory energie ve výši 0,8 % konečné spotřeby.

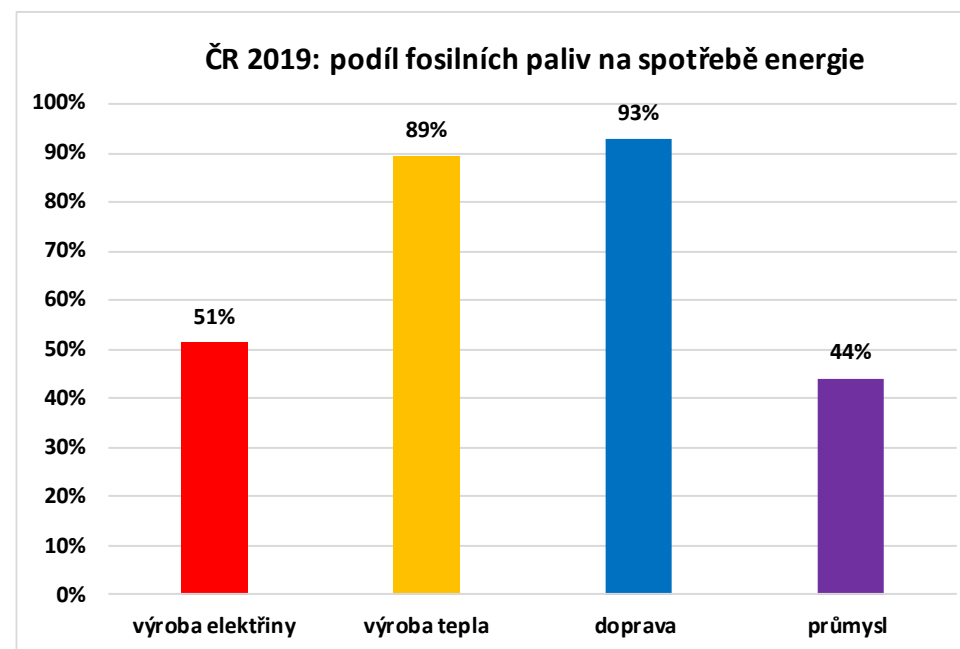
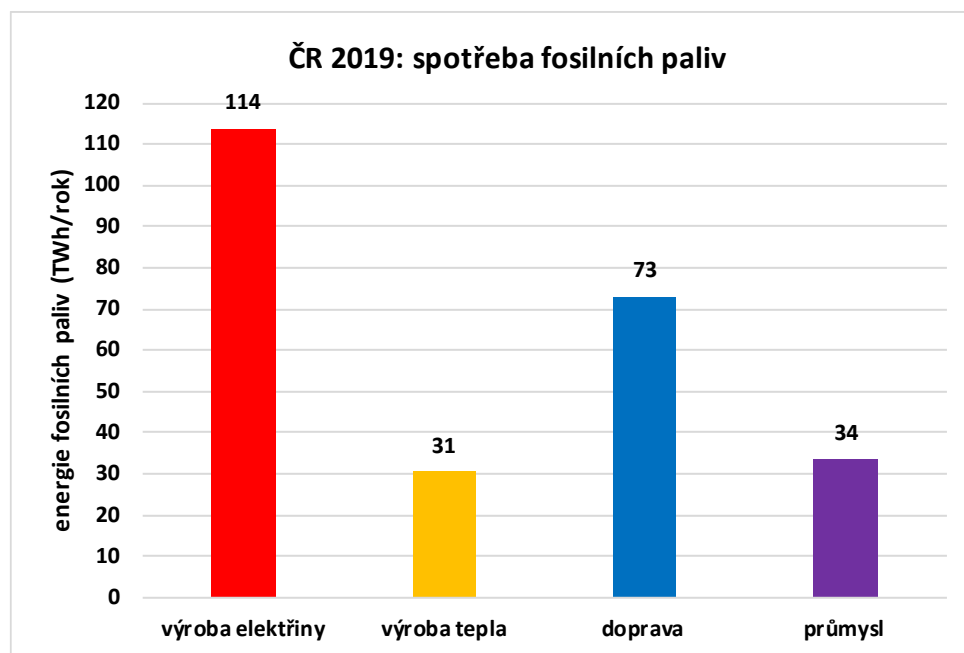
Na rozdíl od příznivého vývoje v oblasti průmyslu a domácností se v období do roku 2020 doprava vyvíjela zcela opačně, spotřeba energie v dopravě vytrvale rostla o 3 až 4 % ročně. Extenzivní rozvoj dopravy způsobil, že spotřeba energie pro dopravu již v ČR překonala spotřebu energie v průmyslu. Přitom 93 % energie pro dopravu tvoří fosilní paliva, 5 % biopaliva a 2 % elektrická energie.

=> ke splnění cílů ČR v oblasti energetiky a klimatu je nutno v období 2021 až 2030 zapojit do systematického trendu a programů úspor energie kromě průmyslu a domácností plnohodnotně i dopravu.



Energetická bilance ČR 2019 (poslední rok před Covid 19): podíl fosilních paliv

Emisní povolenky EU ETS dosud regulují jen zhruba polovinu tuzemské produkce oxidu uhličitého splováním fosilních paliv. Tato část spotřeby již pocítuje jejich dopad a řeší dekarbonizaci (například: teplárenství). V brzké době však již dojde ke zpoplatnění produkce oxidu uhličitého i v oblastech dosud neregulovaných emisními povolenkami EU ETS (včetně dopravy).

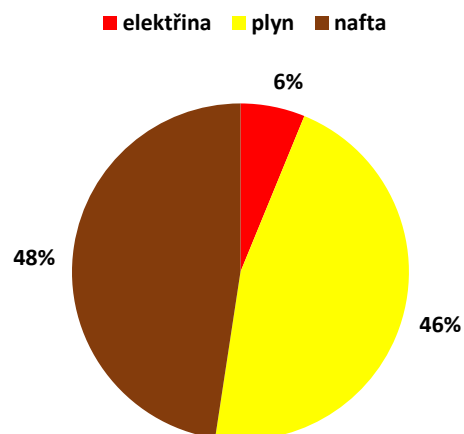


- doprava je v ČR větším spotřebitelem fosilních paliv, než výroba tepla a průmysl dohromady,
- doprava je ze všech hospodářských odvětví ČR nejvíce závislá na fosilních palivech.

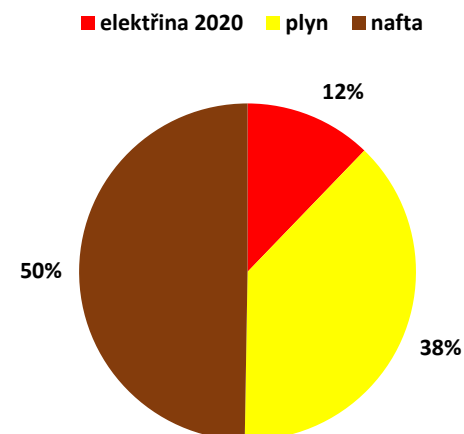
Podíl dopravy na spotřebě energie a emisí oxidu uhličitého domácnosti je významný.

domácnost 2020 (rodinný domek, 2 auta CZ průměr 10 500 km/rok - město)							uhlíková stopa	produkce CO ₂	produkce CO ₂
	spotřeba kWh/rok	spotřeba m ³ /rok	spotřeba litr/rok	spotřeba kWh/rok	spotřeba %	fosilní podíl %	kg CO ₂ /kWh	kg/rok	%
elektřina	1 800			1 800	6	48	0,48	864	12
plyn		1 400		13 426	46	100	0,201	2 695	38
nafta			1 400	13 828	48	95	0,255	3 521	50
celkem				29 054	100			7 080	100

struktura spotřeby energie domácnosti



produkce oxidu uhličitého domácnosti



Energie pro dopravu 2019

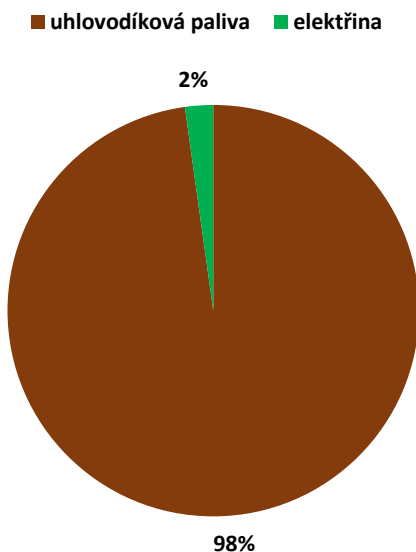
Spotřeba energie pro dopravu je velmi vysoká, činí v ČR 20 kWh/obyvatele/den.

Struktura spotřeby energie pro dopravu je v ČR velmi nezdravá:

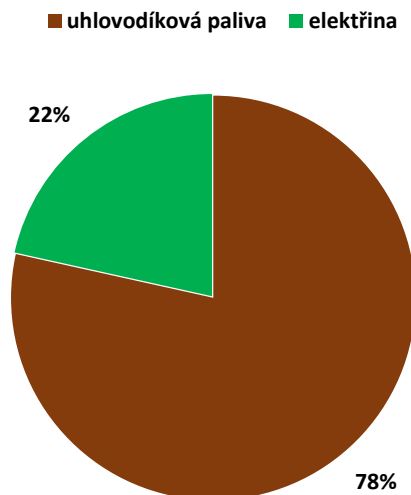
- fosilní paliva 93 % (zajišťují 74 % přepravních výkonů),
- biopaliva 5 % (zajišťují 4 % přepravních výkonů),
- elektřina 2 % (zajišťuje 22 % přepravních výkonů, je vysoce efektivně používána v kolejové dopravě).

=> doprava: produkce 5 kg oxidu uhličitého na obyvatele a den

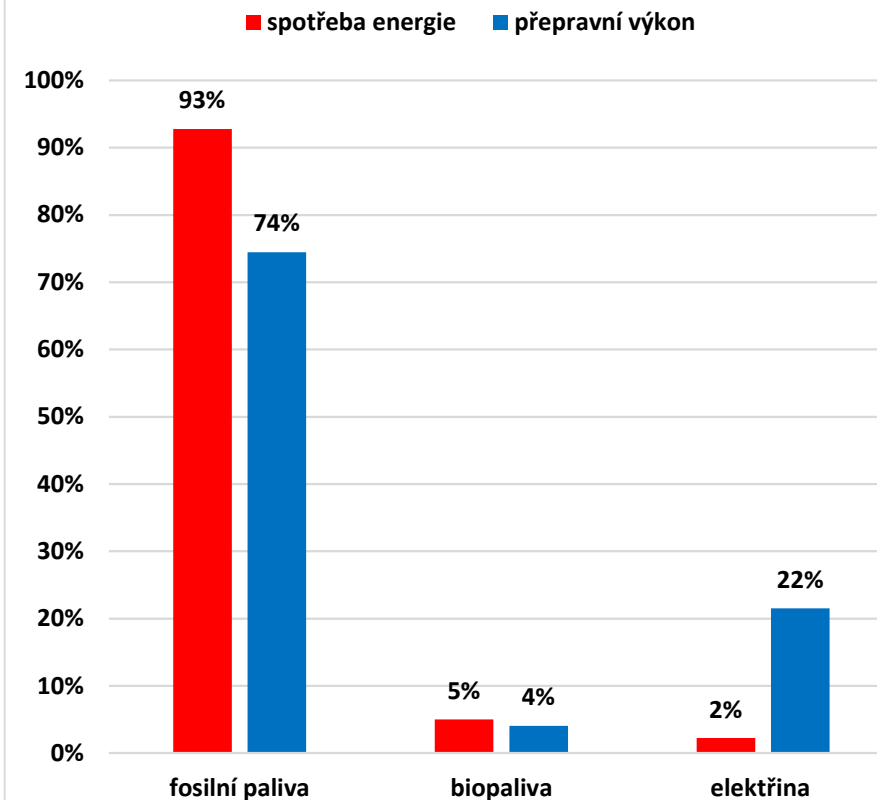
struktura spotřeby energie pro dopravu v ČR



struktura přepravních výkonů dopravy v ČR



ČR 2019: struktura spotřeby energie pro dopravu



Energetická bilance dopravy v ČR 2019

Spalovací motory: nízká účinnost tepelného (Carnotova) cyklu – na mechanickou práci se přemění jen cca 1/3 energie paliva, zbylé 2/3 energie paliva se mění ve ztrátové teplo:

- 33 % energie pracuje,
- 100 % energie paliva je nutno zaplatit,
- 100 % paliva se promění CO₂ a mění klima,
- 100 % produkuje škodlivé látky (NO_x, PM, PAH, ...) a poškozují lidské zdraví

spotřeba energie v dopravě79 TWh/rok

spotřeba energie paliv v dopravě77 TWh/rok

energie využitá pro pohon vozidel z paliv 25 TWh/rok

ztrátové teplo v dopravě z paliv..... 52 TWh/rok

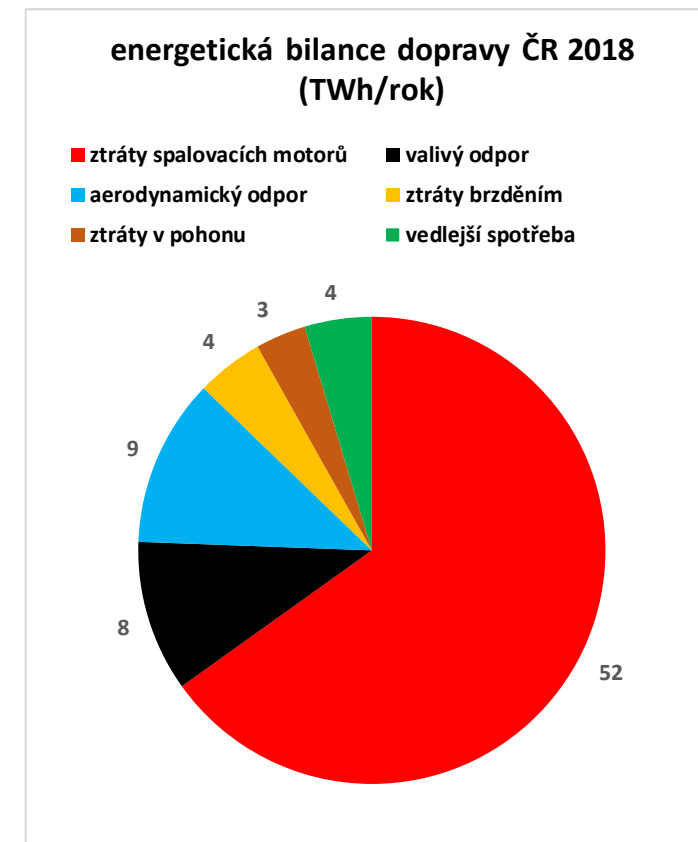
⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) používat jen tam, kde lze využít ztrátové teplo,

⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) nepoužívat v dopravních prostředcích

V dopravních prostředcích nelze využít ztrátové teplo spalovacích motorů.

Spalovací motor neumí rekuperovat brzdovou energii – nevyužívá potenciál 10 až 30 % úspor trakční energie.

SIEMENS



Ztrátové teplo spalovacích motorů dopravních prostředků činí v ČR 52TWh/rok.

To je více než dvojnásobek tepelné energie dodávané teplárnami v celé ČR svým odběratelům (24 TWh/rok).

Alternativa pro dopravu: náhrada fosilních paliv biologickými

Plná náhrada fosilních paliv pro dopravu biologickými:

- nárůst podílu biosložky v palivech pro dopravu z 5 % na 100 %,
- 100 % biopaliva pěstovaná na území ČR,
- pokles podílu fosilních paliv v dopravě z 95 % na 0 %,
- pokles podílu importu paliv pro dopravu z 95 % na 0 %,

⇒ pěstování biopaliv na 79 % plochy území ČR

To není reálné. Pole v ČR jsou schopna uživit obyvatele ČR, nikoliv jejich automobily

Příčiny nízké produktivity biopaliv:

- neefektivní využití energie slunce (účinnost pouhá 0,11 %),
- neefektivní využití paliv spalovacími motory (účinnost jen 33 %).

Prostá náhrada fosilních uhlovodíkových paliv pro dopravu biologickými uhlovodíkových paliv není z kvantitativních důvodů reálná, na to plocha území ČR nestačí.

Spotřebu energie je nutno před její náhradou radikálně snížit.

Nástroje:

- zvýšení energetické účinnosti pohonu dopravních prostředků (náhrada spalovacího motoru elektrickým trakčním pohonem),
- zvýšení energetické účinnosti požitím dopravy s nižším trakčním odporem (náhrada silniční a letecké dopravy dopravou kolejovou)

náhrada fosilních paliv v dopravě biopalivy		
spotřeba paliv v dopravě 2019	TWh/rok	77
podíl biosložky	%	100
spotřeba biosložky	TWh/rok	77,0
měrný výnos řepkového semene	kg/ha/rok	3 200
podíl metylesetru na hmotnosti	%	40
hrubá měrná produkce paliva	kg/ha/rok	1 280
výhřevnost paliva	kWh/kg	12
hrubá měrná produkce paliva	kWh/ha/rok	15 360
vlastní spotřeba výrobního procesu	%	20
čistá měrná produkce energie paliva	kWh/ha/rok	12 288
měrná plošná energie pozemku	GWh/rok/km ²	1,2
potřebná plocha pozemku	km ²	62 663
potřebná plocha pozemku	ha	6 266 276
hrana náhradního čtverce	km	250
plocha ČR	km ²	78 865
poměr pozemků ku ploše ČR	%	79
max. intenzita slunečního svitu	W/m ²	1 050
střední roční využití slunce	%	12
měrná plošná energie pozemku	GWh/rok/km ²	1 104
účinnost přeměny slunce na palivo	%	0,11

Potenciál úspor energie v dopravě

Spotřebu energie v dopravě a emise oxidu uhličitého i zdraví škodlivých látek (NO_x, PM, PAH, ...) lze zásadním způsobem snížit.

Jak při dopravě osob, tak při dopravě věcí jsou v ČR dominantním dopravním systémem spalovací automobily, které se vyznačují velmi vysokou spotřebou energie, a to v podobě fosilních paliv:

- využívají spalovací motor, který má zhruba 2,5 krát nižší energetickou účinnost než elektrický trakční pohon,
- využívají silniční dopravu, která má zhruba 3 krát vyšší energetickou náročnost než doprava kolejová (v součinu s používáním spalovacích motorů vůči elektřině na železnici jde o 7,5 násobek).

V dopravě lze docílit dva druhy úspor:

Intramodální úspory, tedy úspory docílené technickými inovacemi v rámci téhož druhu dopravy. Jsou například reprezentovány náhradou spalovacího motoru elektrickým trakčním pohonem (pokles spotřeby energie ze 100 % na 40 %)

Extramodální úspory, tedy úspory docílené převedením přeprav na energeticky hospodárnější druh dopravy. Jsou reprezentovány především převodem silniční dopravy na železnici s elektrickou vozbou (pokles spotřeby energie ze 100 % na 13 %).

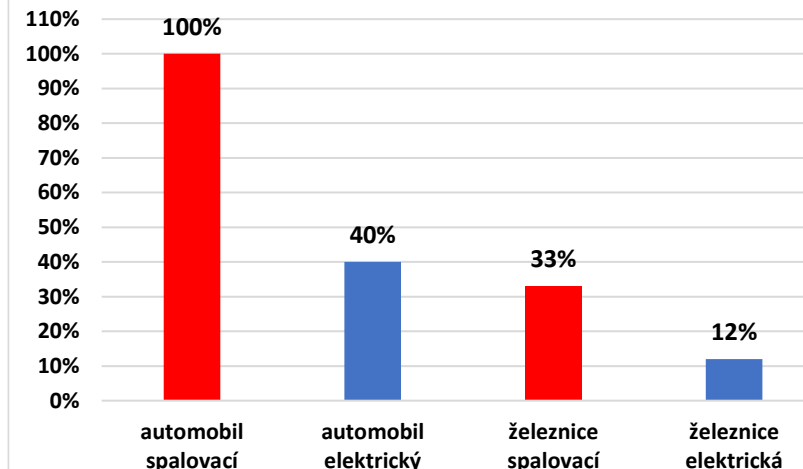
K využití potenciálu extramodálních úspor energie a emisí je nutno splnit dvě podmínky:

- kvalita přepravní nabídky (rychlost a pohodlí) k motivaci přepravní poptávky ke změně dopravního chování směrem k energeticky a emisně úsporným druhům dopravy,
- kvantita přepravní nabídky (dostatečná přepravní kapacita) k převzetí přepravní poptávky.

SIEMENS

Ingeniering for life

poměrná energetická náročnost dopravy



Úspory zdrojem energie

Nejefektivnějším zdrojem energie (a to bezemisním) jsou úspory energie.
Snižování konečné spotřeby energie zvyšováním energetické účinnosti je výnosnou investicí.

Doprava (největší a trvale rostoucí konečný spotřebitel energie v ČR)

Výchozí stav

rok 2019: 133 mld. os km/rok, 58 mld. netto tkm/rok

- uhlovodíková paliva 77 TWh/rok, z toho 52 TWh/rok ztraceno ohřevem výfukových plynů a chladicí vody,
- elektřina 2 TWh/rok,
- celkem 79 TWh/rok

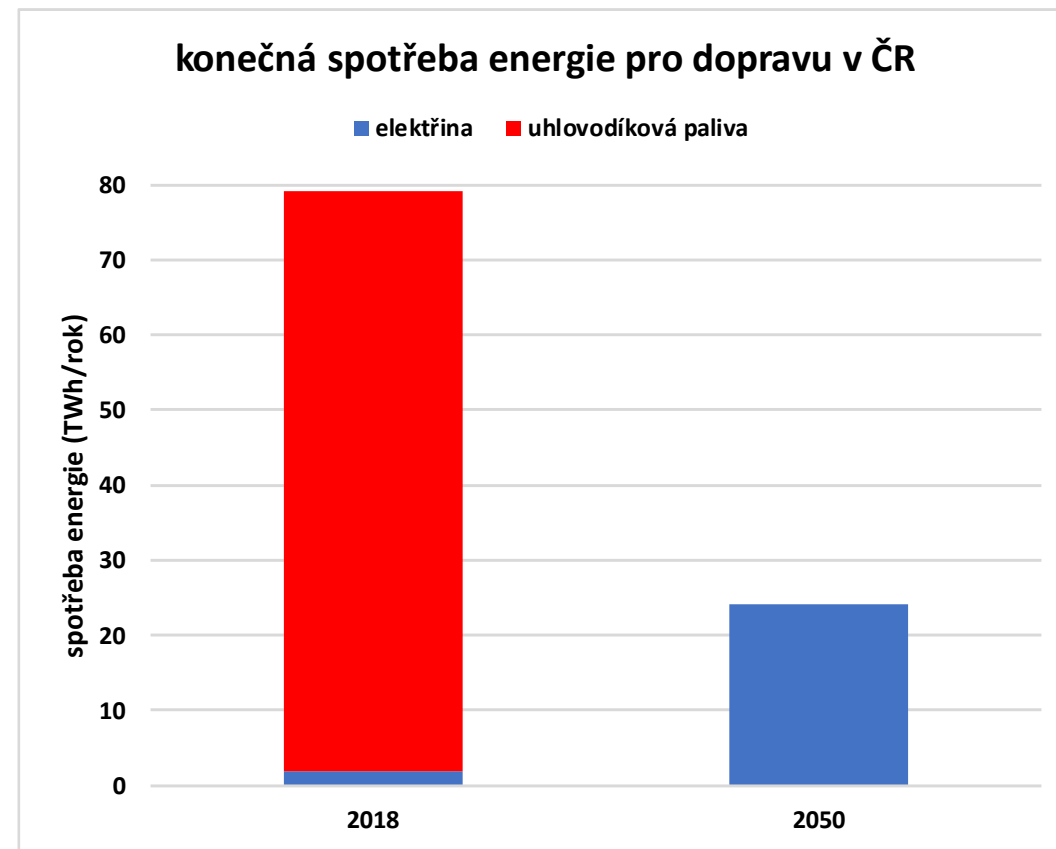
Cílový stav (100 % náhrada spalovacích motorů elektrickým pohonem a převedením intenzivních přeprav ze silnice na železnici)

rok 2050: pro stejnou úroveň přepravních výkonů 133 mld. os km/rok, 58 mld. netto tkm/rok

- uhlovodíková paliva: 0
- elektřina 24 TWh/rok (výhradně bezemisní zdroje),
- celkem 24 TWh/rok

Zajistit pro dopravu 24 TWh/rok v podobě elektřiny je reálné. To například dokáže 12 000 ha FV panelů (0,15 % plochy území ČR) s účinností 18 %.

Avšak s podmínkou vyřešení akumulace k vyrovnání okamžitých výkonů.



Alternativa pro dopravu: náhrada fosilních paliv elektrickou energií

Plně elektrifikovaná doprava:

- úspora dovozu 73 TWh/rok fosilních paliv (ropné produkty, zemní plyn),
- úspora pěstování biopaliv 4 T Wh/rok (320 000 ha).

Scénář 100 % FV

I při pokrytí ztrát akumulací postačuje pro 100 % zajištění veškeré dopravy v ČR elektrickou energií vybudovat fotovoltaické elektrárny na 1/10 plochy, na které jsou nyní pěstována biopaliva pro 5 % přísadu k fosilním palivům pro spalovací motory.

příčiny:

- 160 krát vyšší účinnost FV přeměny energie slunečního záření na elektřinu ve srovnání s pěstováním biopaliv,
- 2,5 krát vyšší účinnost elektrického trakčního pohonu ve srovnání se spalovacími motory.

100 % pokrytí spotřeby energie pro dopravu v ČR FV zdroji				
akumulace		bez	lithium, voda	vodík
konečná spotřeba el. energie pro dopravu 2050	TWh/rok	24	24	24
střední příkon konečné spotřeby pro dopravu 2050	GW	2,7	2,7	2,7
podíl akumulované spotřeby rychlé	%	0	30	30
spotřeba z akumulace rychlé	TWh/rok	0	7	7
účinnost akumulace rychlé	%	100	80	80
ztráty akumulací rychlou	TWh/rok	0	2	2
podíl akumulované spotřeby pomalé	%	0	30	30
spotřeba z akumulace pomalé	TWh/rok	0	7	7
účinnost akumulace pomalé	%	100	80	35
ztráty akumulací pomalou	TWh/rok	0	2	13
konečná spotřeba el. energie s aku.	TWh/rok	24	28	39
navýšení spotřeby akumulací	%	0	15	63
střední příkon 2050 s akumulací	GW	2,7	3,2	4,5
max. intenzita slunečního svitu	W/m ²	1 050	1 050	1 050
účinnost FV elektrárny (AC)	%	18	18	18
poměr ploch FV panelů a pozemku	%	60	60	60
měrný plošný výkon pozemku	MW/km ²	113	113	113
střední roční využití FV elektráren	%	12	12	12
jmenovitý AC výkon FV elektráren	GW	23	26	37
měrná plošná energie pozemku	GWh/rok/km ²	119	119	119
potřebná plocha pozemku	km ²	201	232	329
potřebná plocha pozemku	ha	20 133	23 153	32 860
hrana náhradního čtverce	km	14	15	18
plocha ČR	km ²	78 865	78 865	78 865
poměr pozemků ku ploše ČR	%	0,3	0,3	0,4

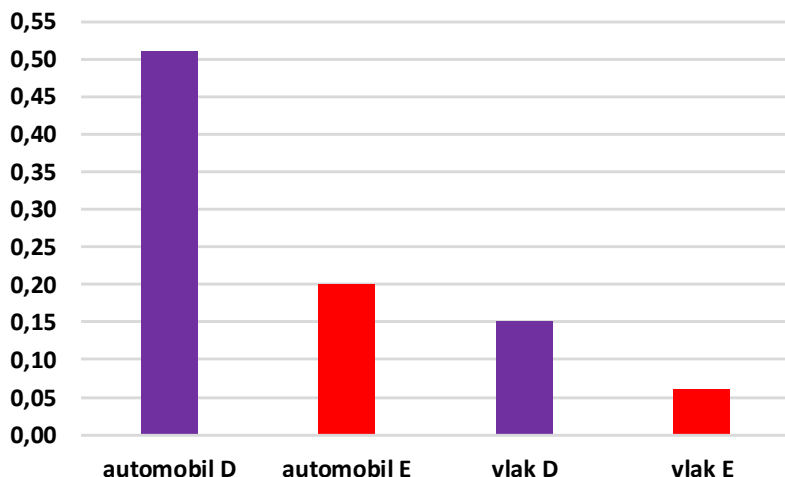
Energetické a environmentální přednosti železnice

Nízký odpor valení ocelového kola po ocelové kolejnici a nízký aerodynamický odpor ve vlaku v zákrytu jedoucích dlouhých štíhlých železničních vozidel, vyžadují ve srovnání s automobily výrazně nižší trakční energii.

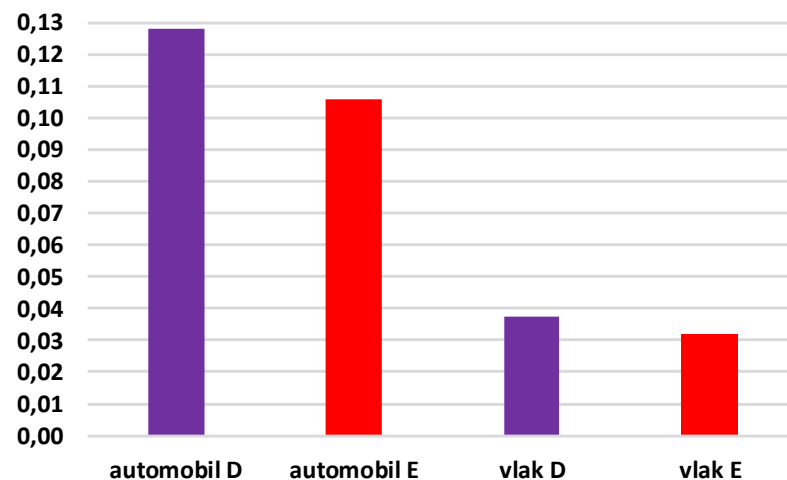
Vysoká účinnost elektrického trakčního pohonu a jeho schopnost využívat při rekuperačním zastavovacím a spádovém brzdění kinetickou i potenciální energii vlaku dále snižují energetickou náročnost železniční dopravy v elektrické vozbě.

Klesající podíl fosilních paliv v energetickém mixu výroby elektřiny snižuje uhlíkovou stopu elektrických vozidel do dalších let. Tento vývoj probíhá v elektrárně rychleji, než předpokládala státní energetická koncepce. Dochází ke spontánnímu ukončování činnosti uhelných elektráren v důsledku růstu tržní ceny emisních povolenek z někdejších 5 EUR/t CO₂ na současných 100 EUR/t CO₂.

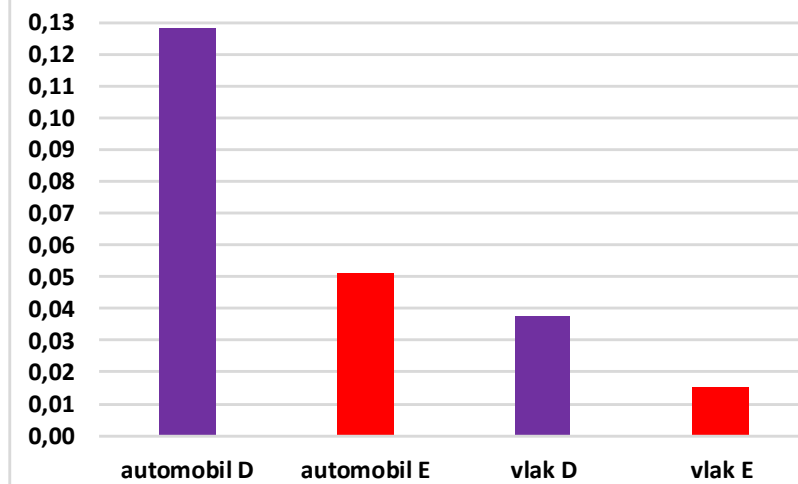
směrné hodnoty měrné spotřeby energie
(kWh/os km)



směrné hodnoty produkce CO₂ (kg/os km) ČR
2018



směrné hodnoty produkce CO₂ (kg/os km) ČR
2040 (SEK)



Nástroje k extramodálním úsporám energie a exhalací v osobní dopravě: rychlost a pohodlí

Převod osobní dopravy ze silnic na elektrizované železnice:

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

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

Příklad:

Firma posílá jednou týdně jednoho pracovníka z Prahy do Brna automobilem. Na jednu služební cestu tam a zpět spotřebuje 24 litrů paliva, tedy 240 kWh energie, a vytvoří 64 kg CO₂.

Tatáž cesta moderním vlakem reprezentuje při 50 % obsazení spotřebu elektrické energie 25 kWh, což je ekvivalent spotřeby 2,5 litru nafty, a produkci 11 kg CO₂.

Roční úspora (48 cest):

- $48 \times (240 - 25) = 10\,300$ kWh energie
- $48 \times (64 - 11) = 2\,500$ kg CO₂

K vytvoření stejné úspory 2,5 t CO₂/rok by firma musela za svého pracovníka vysázet 0,37 ha nového lesa.



Nástroje k extramodálním úsporám energie a exhalací v nákladní dopravě: rychlost a úspora řidičů

Převod nákladní dopravy ze silnic na elektrizované železnice:

- nižší spotřeba energie,
- zásadní snížení exhalací oxidu uhličitého, způsobujících klimatické změny,
- úplné odstranění exhalací poškozujících zdraví obyvatelstva,
- výrazná úspora pracovních sil (řidičů)

Podmínka: rychlost a dochvilnost => „jistotou a bezstarostností k úsporám energie“

Příklad:

Firma posílá jednou týdně 1 dvacetistopý ISO kontejner z Prahy do Ostravy a zpět automobilem. Na jednu cestu tam a zpět spotřebuje 144 litrů paliva, tedy 1 440 kWh energie, a vytvoří 382 kg CO₂.

Tatáž cesta moderním vlakem reprezentuje spotřebu elektrické energie 195 kWh, což je ekvivalent spotřeby 19,5 litru nafty, a produkci 88 kg CO₂.

Roční úspora (52 cest):

- 52 . (1 440 – 195) = 65 000 kWh energie
- 52 . (382 – 88) = 15 300 kg CO₂

K vytvoření stejné úspory 15,3 t CO₂/rok by firma musela za svůj cestující kontejner vysázet 2,2 ha nového lesa.

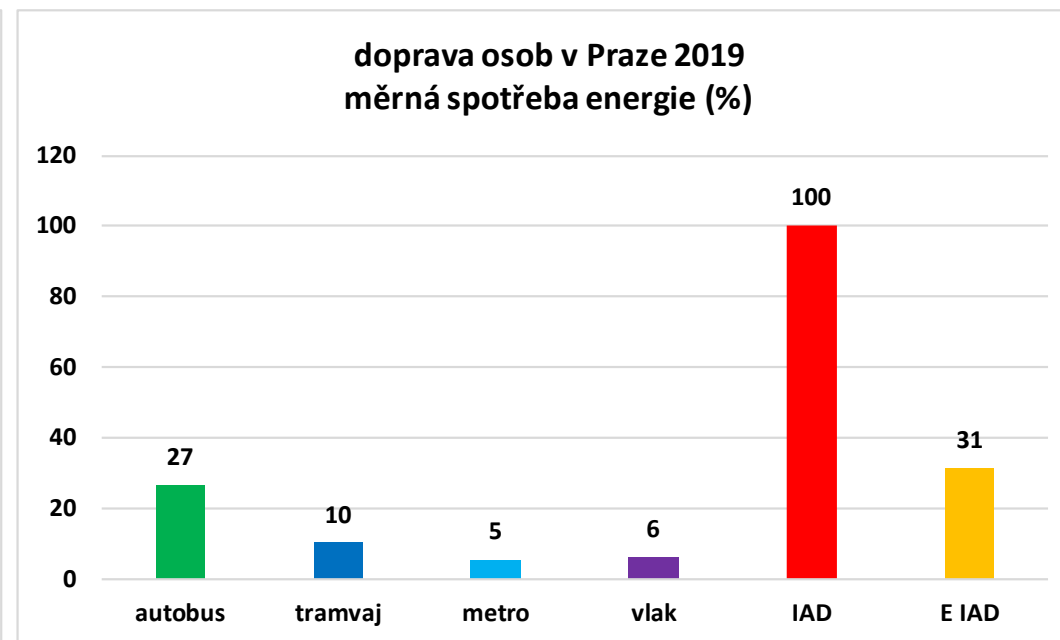
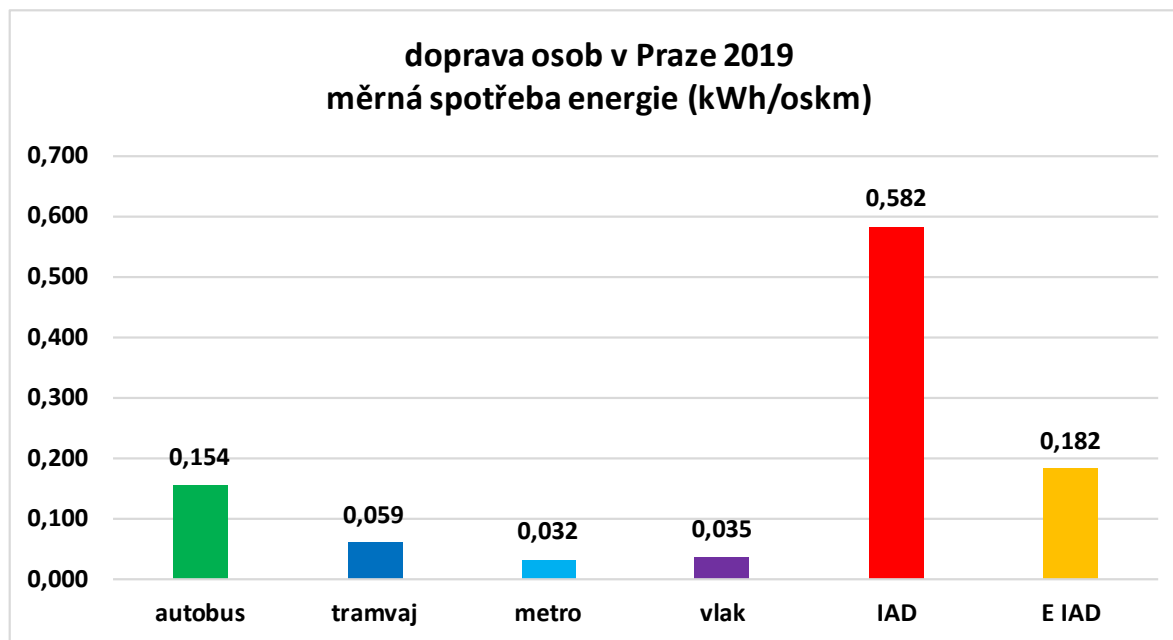
© Siemens Mobility 2023



Doprava osob v Praze – skutečnost roku 2019 (1)

Na přepravních výkonech dopravy osob v Praze se přibližně rovným dílem (50 % a 50 %) podílí veřejná hromadná doprava a individuální automobilová doprava.

Energeticky je veřejná hromadná doprava velmi efektivní – na celkové spotřebě energie pro dopravu osob se podílí jen 11 %, zatím co individuální automobilová doprava 89 %.

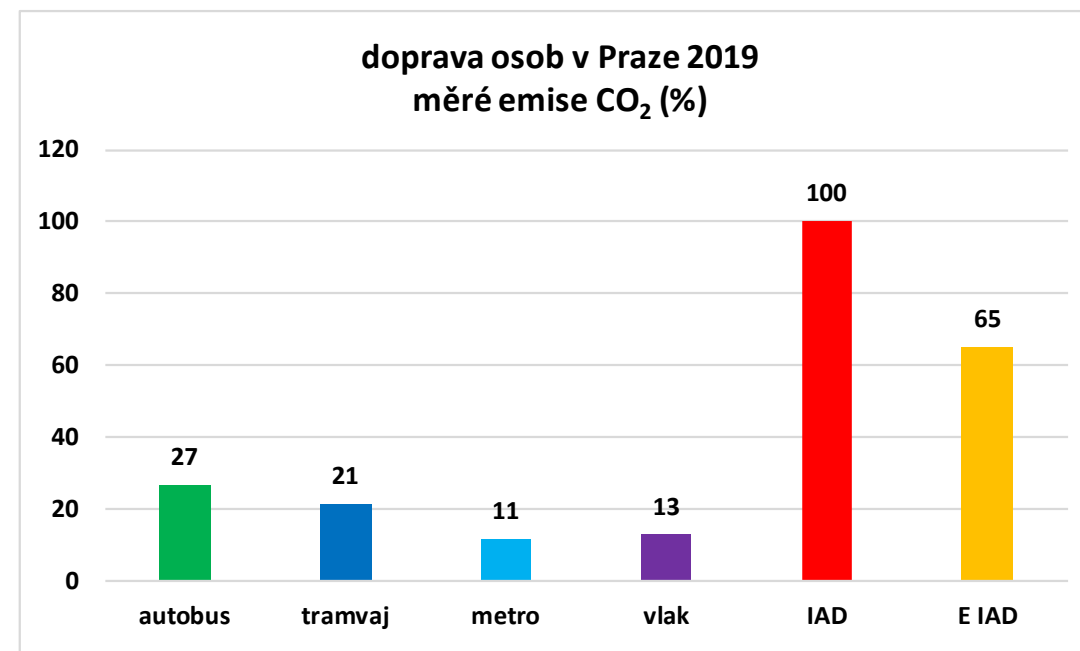
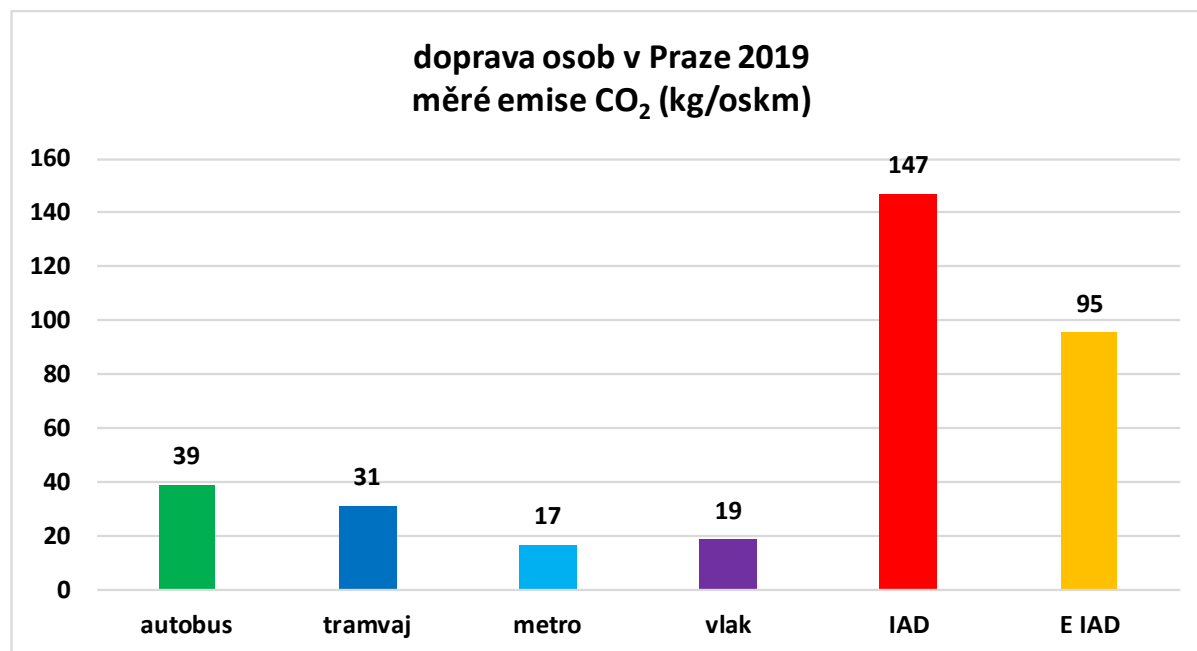


Doprava osob v Praze – skutečnost roku 2019 (2)

Veřejná hromadná doprava se v porovnání s automobily též vyznačuje výrazně nižšími emisemi oxidu uhličitého.

Zásadní rozdíl mezi veřejnou hromadnou dopravou a individuální automobilovou dopravou je i v produkci zdraví škodlivých látek (NO_x, PM, PAH, ...).

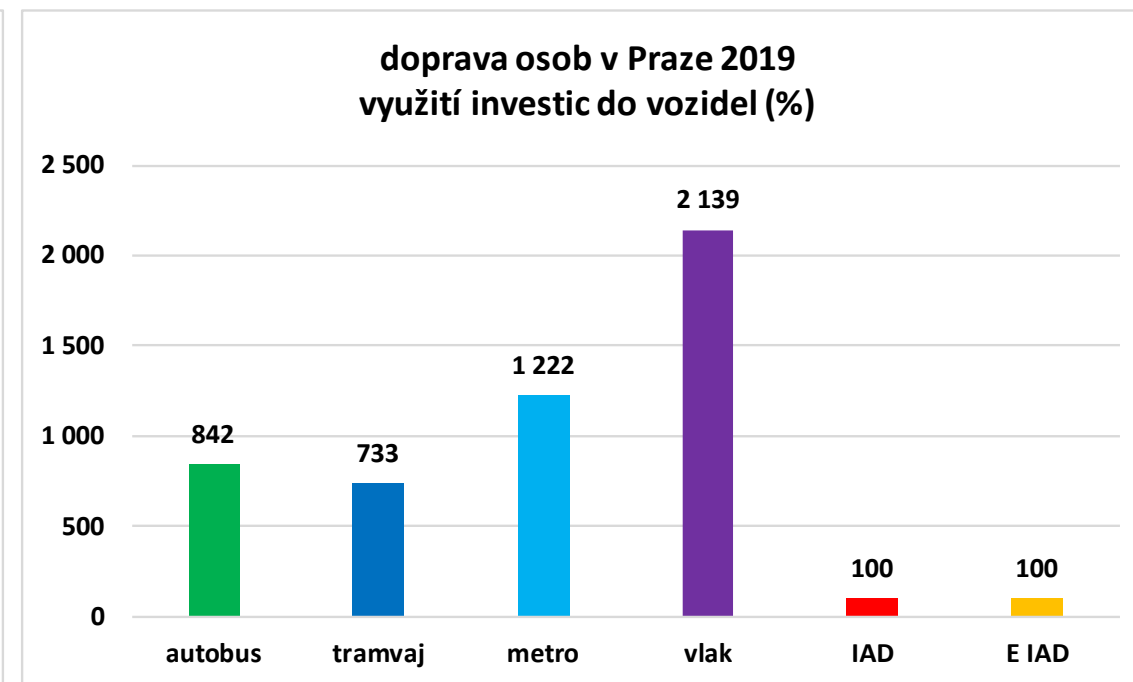
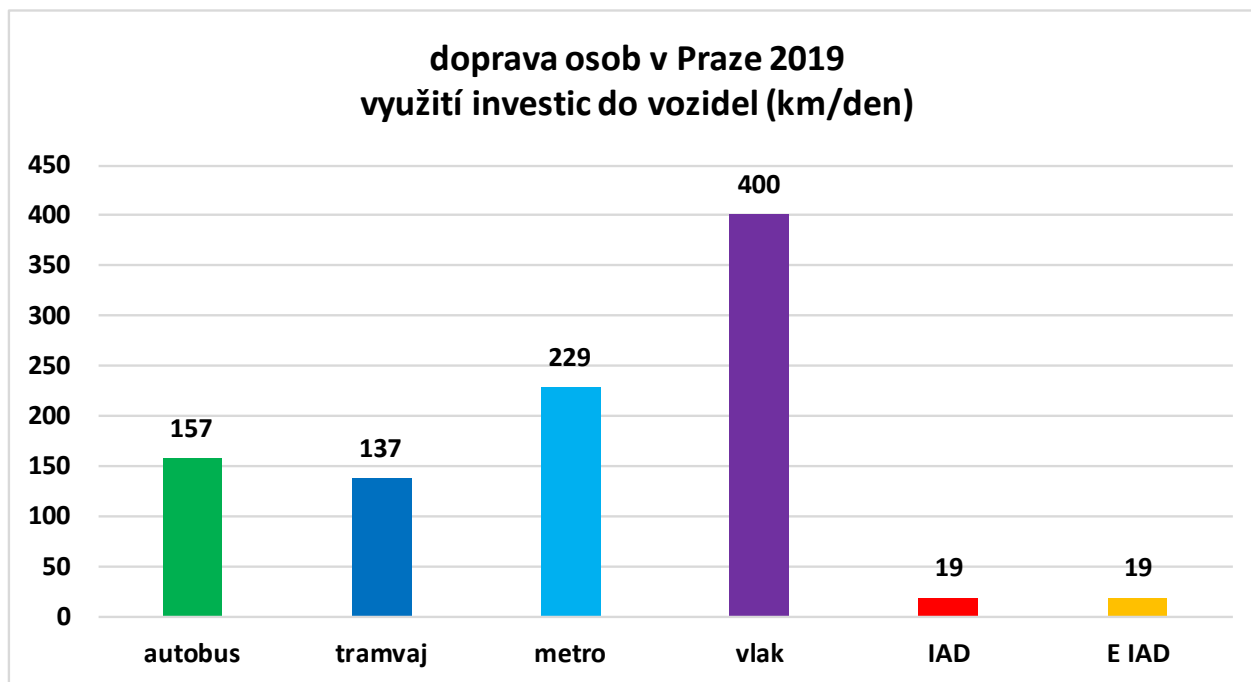
Znečištění ovzduší vytváří v Praze ze zhruba 90 % doprava. Proto je významné, že veřejná hromadná doprava (metro, tramvaje, železnice) přepravuje v Praze 71 % osob elektrickými vozidly, tedy bez znečišťování ovzduší emisemi zdraví škodlivých látek.



Doprava osob v Praze – skutečnost roku 2019 (3)

Efektivnost investic do pořízení osobních automobilů je velmi nízká, v průměru připadá na jeden v Praze registrovaný automobil denní proběh všech (i mimopražských) osobních automobilů po pražských ulicích jen 19 km. Téměř celý den někde parkují.

Využití vozidel veřejné hromadné dopravy je řádově vyšší. Proto má logiku podpořit zavádění moderních bezemisních vozidel zejména v oboru veřejné dopravy, neboť jsou mnohem více využívána než individuálně vlastněná vozidla a tedy přinášejí vyšší úsporu energie a emisí.



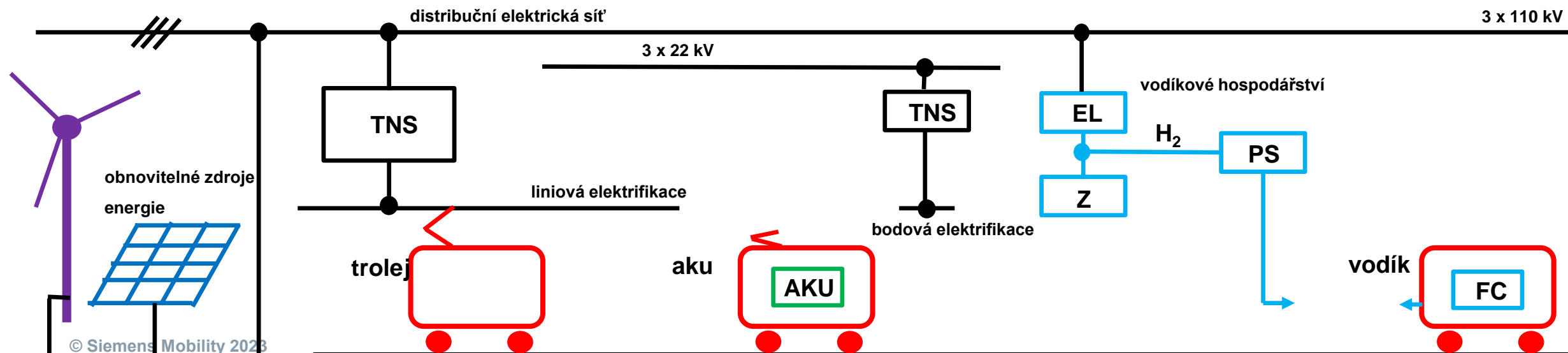
Z fyzikálního principu tepelného cyklu využívají spalovací motory k přeměně na mechanickou práci zhruba jen 40 % energie paliva, zbylých 60 % tvoří ztrátové teplo. Spalovací motory neumí rekuperovat brzdovou energii. Tyto vlastnosti je v éře energetické úspornosti vyřazují z mobilních aplikací.

Nahrazují je elektrické trakční pohony s výrazně vyšší energetickou účinností a se schopností rekuperovat energii spádového i zastavovacího brzdění.

V současnosti se elektrická vozba profiluje do tří základních směrů:

- liniové elektrické napájení,
- vozidla se zásobníky energie v podobě elektrochemických akumulátorů (zpravidla lithiových),
- vozidla se zásobníky energie v podobě palivových článků (zpravidla vodíkových – stlačený vodík nebo LOHC).

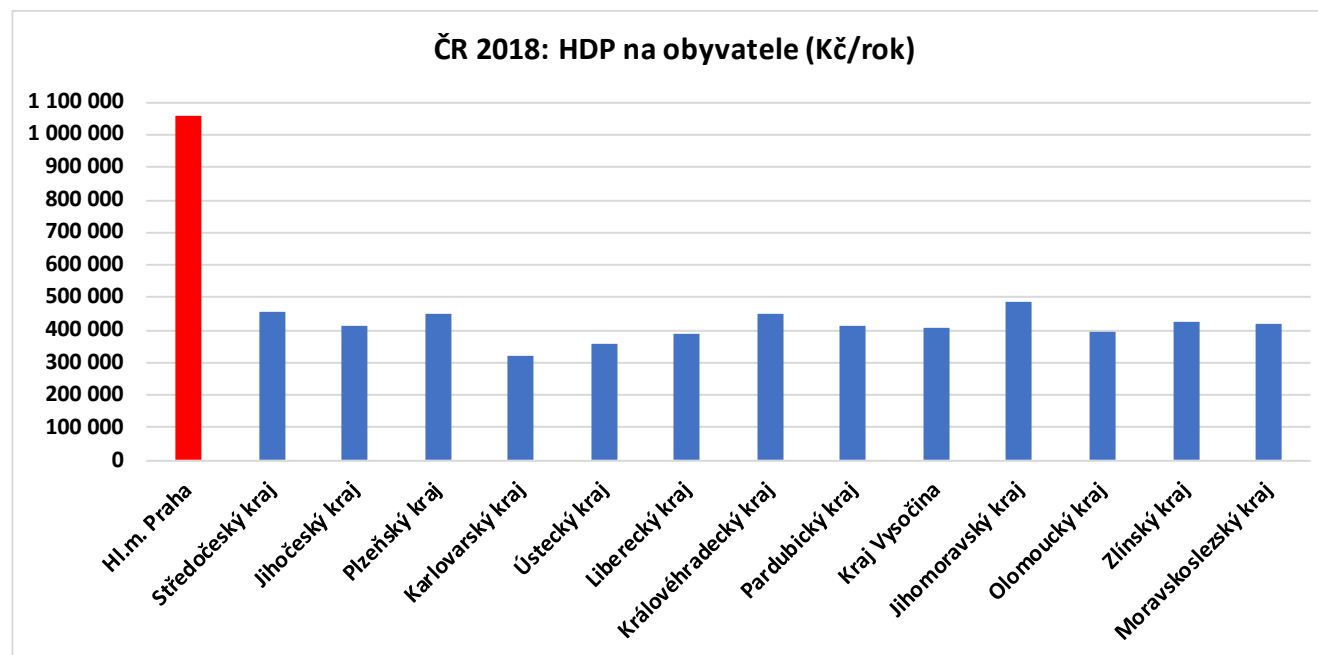
Ve všech třech případech jde o dopravně energetické systémy tvořené mobilní částí (vozidly) a stacionární částí (infrastrukturou).



Udržitelná bezemisní multimodální mobilita

Cílem v dopravě není pouhá dekarbonizace, to by bylo málo, je potřeba spolu s dekarbonizací vyřešit i další společensky témata. Programem je celkový systémový upgrade dopravy:

- je naléhavě potřeba zastavit růst geografické sociální nerovnosti, nutnou podmínkou sociálního smíru je zapojit celou plochu území státu do systému tvorby a spotřeby hodnot. To vyžaduje nahradit nezdravou, avšak stále sílící monocentrickou strukturu osídlení s opulentním centrem a chudnoucími odlehlými oblastmi, zdravou polycentrickou strukturou se silnou pozicí regionů.
- Fungování státu po celé ploše území vyžaduje spolu centra regionů, tedy krajská města (interně v rámci ČR i přes hranice v rámci EU) spojit udržitelným dopravním systémem (vysokorychlostní elektrickou železnici) s rychlostí 320 km/h.



Dvě formy komunikace



Komunikace má dvě formy:

- přenos informací (telematika),
- přenos osob a věcí (doprava).

Přenos informací zaznamenal v průběhu posledních let zásadní pokrok. Informace se podařilo oddělit o hmoty (papíru, filmu, ...) a jsou přenášeny formou kombinace nul a jedniček v elektromagnetickém poli.

V podobně mobilních telefonů, internetu a dalších forem se moderní informační technologie rychle rozšířily po celém světě.

Fyzikální podmínky jsou příznivé:

- informace se v elektronické podobě šíří rychlostí světla,
- spotřeba energie je zcela minimální,
- není potřeba budovat liniové stavby (stačí bodové).

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, ...).

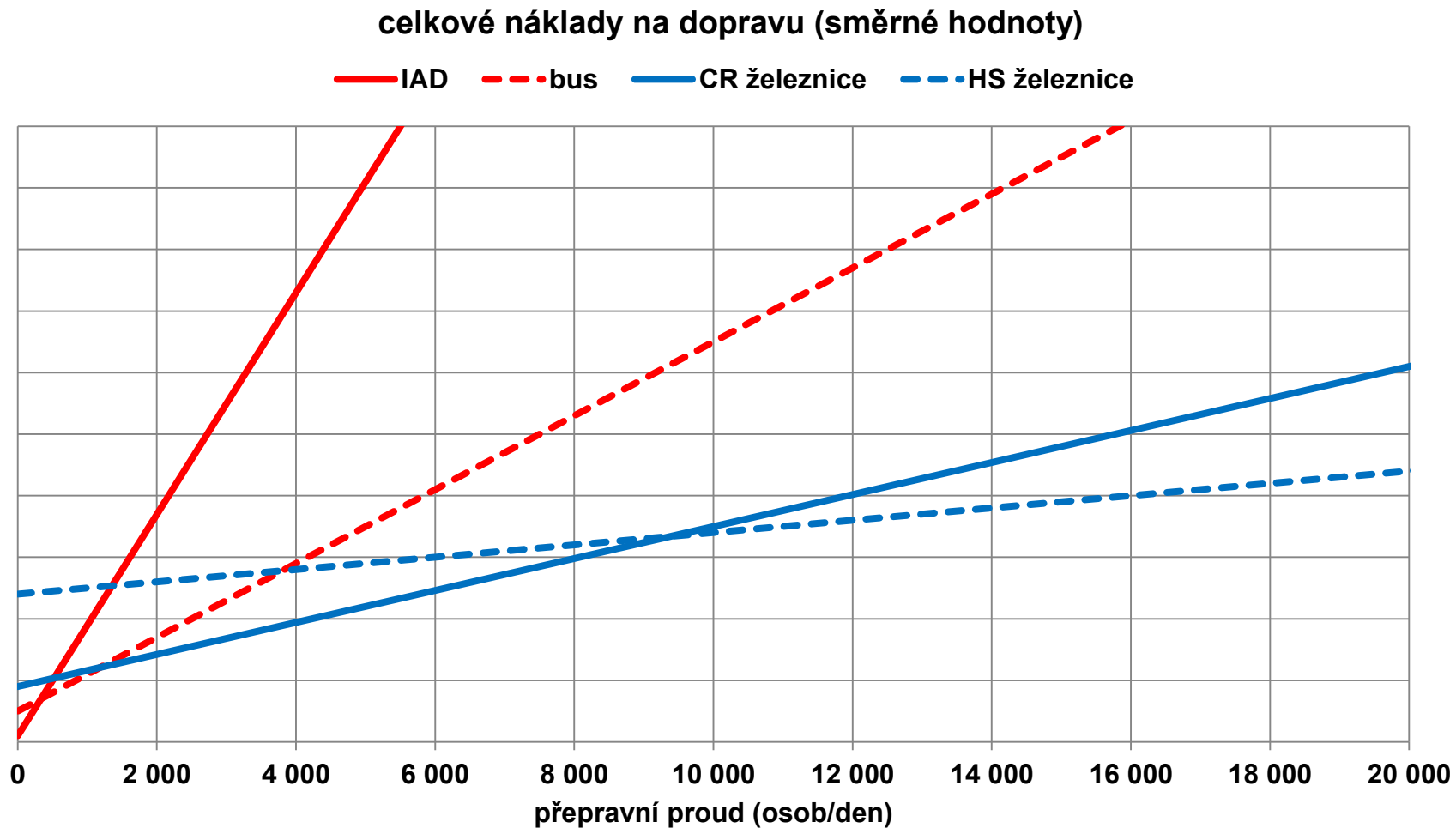
To je velice zásadní, neboť zapojení celé plochy území státu do společného systému tvorby a spotřeby hodnot, odstranění územních diskriminací, je základním cílem územního rozvoje.

Cílem je ve smyslu Aristotelova principu (bohatství není ve vlastnictví, ale v užití) nahradit dopravu založenou na vlastnictví neefektivně využitých dopravních prostředků (osobní automobil je v ČR využit 2,6 % času při 26 % využití jeho kapacity v součinu na 0,7 %) dopravou v podobě funkční služby (MaaS – Mobility as a Service), jednou z mnoha aplikací na mobilním telefonu.

Již úspěšně zvládnutá náhrada amatérského chovu slepic profesionální službou v podobě centralizace výroby vajec a distribuce obchodu s vejci je dokladem funkčnosti a spontánnosti trendu náhrady vlastnictví službou. Základní motivací k této proměně mobility je přechod na čtyřdenní pracovní týden. Náhrada potřeby investovat s periodou deseti let roční mzdu do nákupu automobilu dopravou jako službou v podobě multimodální mobility umožní lidem o 10 % méně pracovat, mít každý druhý pátek pro sebe a pro svou rodinu.



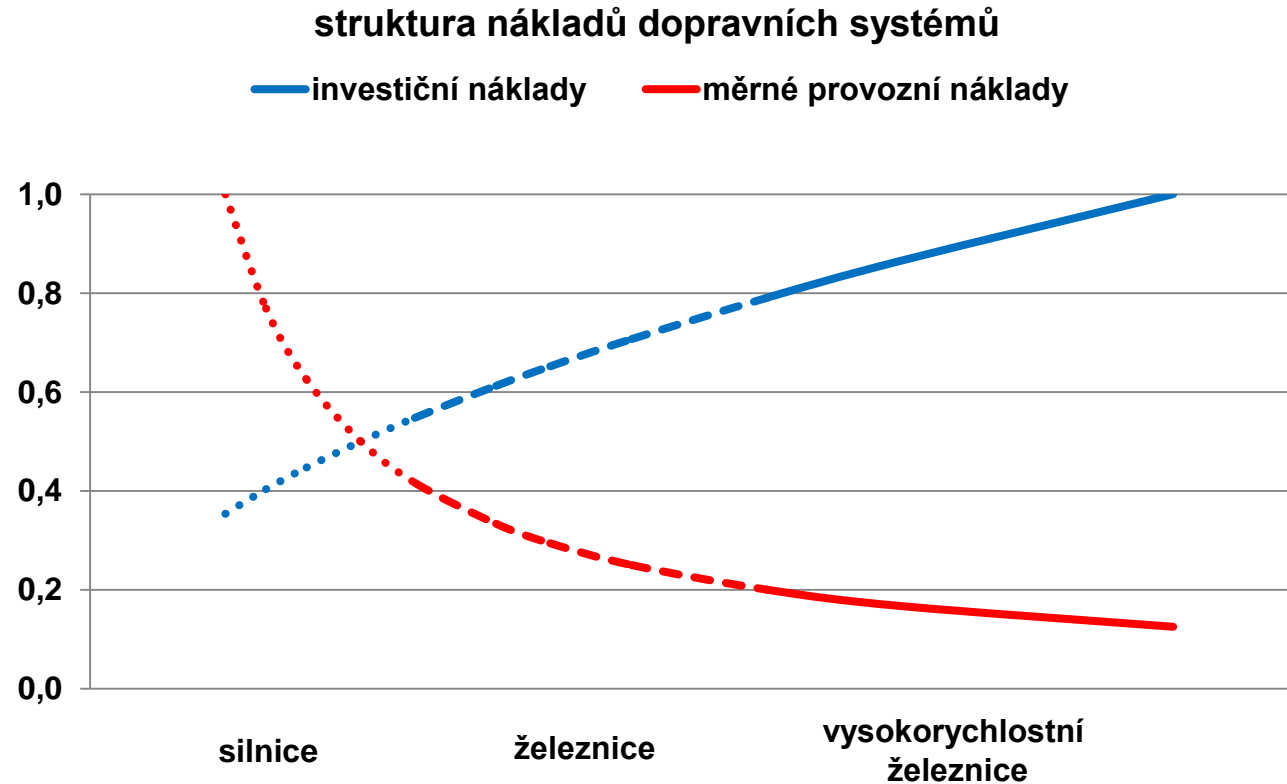
Udržitelná bezemisní multimodální mobilita: optimální poměr fixních (investičních) a variabilních (provozních) nákladů



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).

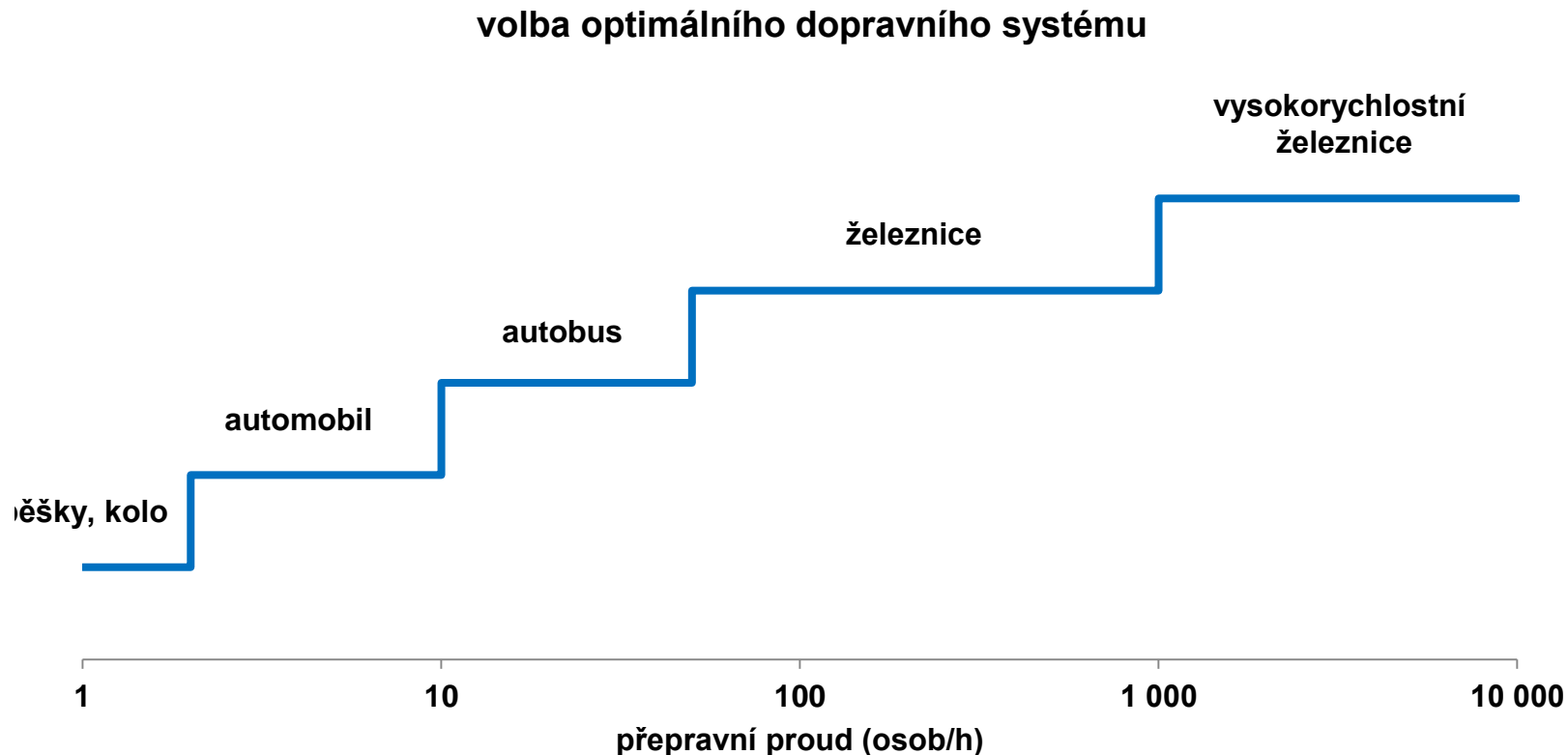


Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Volbu optimálního dopravního módu určuje intenzita přepravního toku.

Každý dopravní systém je vhodné používat tam a jenom tam, kde je optimální.

Kde vynikají jeho výhody a nikoliv jeho nevýhody.



Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility (1): pohon

Úplný odklon od používání jakýchkoliv spalovacích motorů:

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

=> výhradní použití elektrické vozby

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

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

Postupný odklon od manuálního řízení jakýchkoliv vozidel:

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

Motivace:

- **veřejná hromadná doprava: optimalizace provozní koncepce a jízdních řádů bez ohledu na dostatek řidičů, mzdové náklady a zákoník práce,**
- **individuální doprava: zpřístupnění automobilů všem vrstvám obyvatelstva bez ohledu na jejich věk, zdraví a schopnosti.**

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

=> odstranění nehod způsobených nekázní řidičů,

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

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

Základní principy udržitelné bezemisní multimodální mobility

(3): vlastnictví vozidel

Odklon od vlastnictví jakýchkoliv vozidel:

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

Nevýhody privátního vlastnictví automobilů:

- průměrný automobil je v ČR využívám denně jen 37 minut (2,6 % času), zbývajících 23 hodin a 23 minut denně jen překáží a ztrácí svojí hodnotu,**
- každý zaparkovaný automobil představuje zhruba rok vynaložené práce nějakého člověka,**
- velká prostorová náročnost parkování (mnohé parkovací pozemky mají vyšší hodnotu, než automobil, které na nich stojí).**

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

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

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

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

Výhody hromadné dopravy jsou zásadní:

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

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

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

Nikoliv konkurence, ale vzájemná spolupráce jednotlivých druhů dopravy:

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

Děkuji Vám za Vaši pozornost!

SIEMENS
Ingenuity for life



Jiří Pohl
Senior Engineer
Engineering
Siemens Mobility, s.r.o.

Siemensova 1
155 00 Praha
Česká republika

Mobilit: +420 724 014 931

E-mail:

jiiri.pohl@siemens.com