

Nástroje k naplnění Zelené dohody pro Evropu v oblasti dopravy a mobility v České republice

v rámci webináře „Zelená dohoda pro Evropu - doprava a mobilita“

Jiří Pohl

23. července 2020



Součástí cyklu webinářů na téma „Nové strategie, politiky, plány a nástroje EU v kontextu Zelené dohody pro Evropu“, více viz www.ceskainfrastruktura.cz

Systemové souvislosti - spotřeba energie a emise

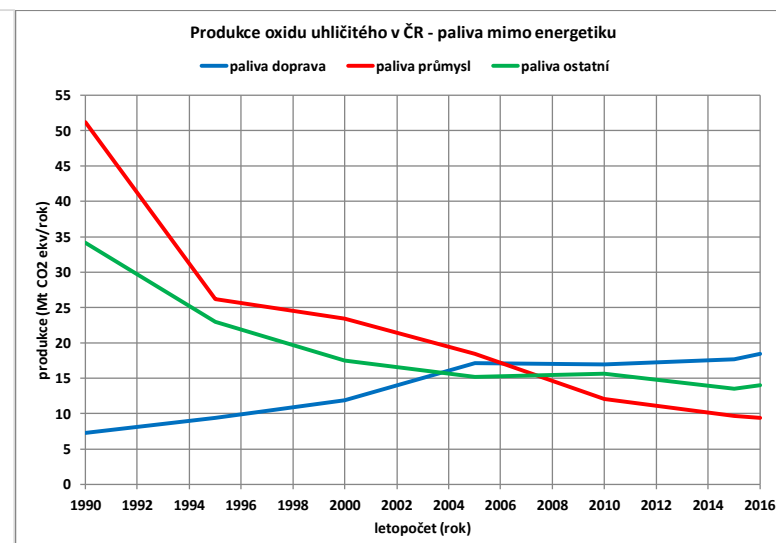
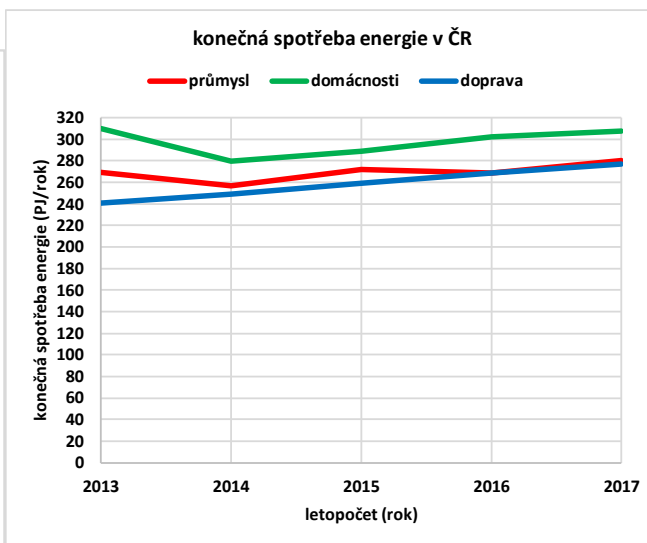
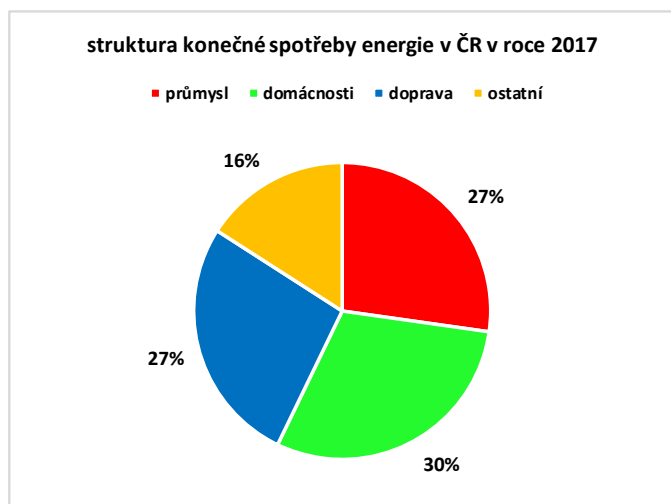
Vysoká energetická náročnost dopravy a její **silná závislost na využívání fosilních paliv** vede k vysoké produkci emisí - lokálních emisí (NO_x, PM, PAH, ...), poškozujících lidské zdraví a globálních emisí (CO₂), nevratně měnících zemské klima

Díky aplikaci programů úspor energie **se v ČR v posledních letech podařilo:**

- navzdory intenzivně rostoucí průmyslové výrobě **stabilizovat konečnou spotřebu energie v průmyslu**
- navzdory růstu kvality bydlení **stabilizovat konečnou spotřebu energie v domácnostech**

Doprava dosud stála stranou programového zvyšování energetické účinnosti, což se negativně projevilo:

- trvalým **každoročním růstem spotřeby energie v dopravě o 9 PJ/rok** => doprava již ve spotřebě energie jako průmysl
- trvalým **každoročním růstem produkce CO₂ v dopravě o cca 0,7 mil. t CO₂/rok** => doprava již produkuje 2 x více CO₂ než průmysl



Energie pro dopravu

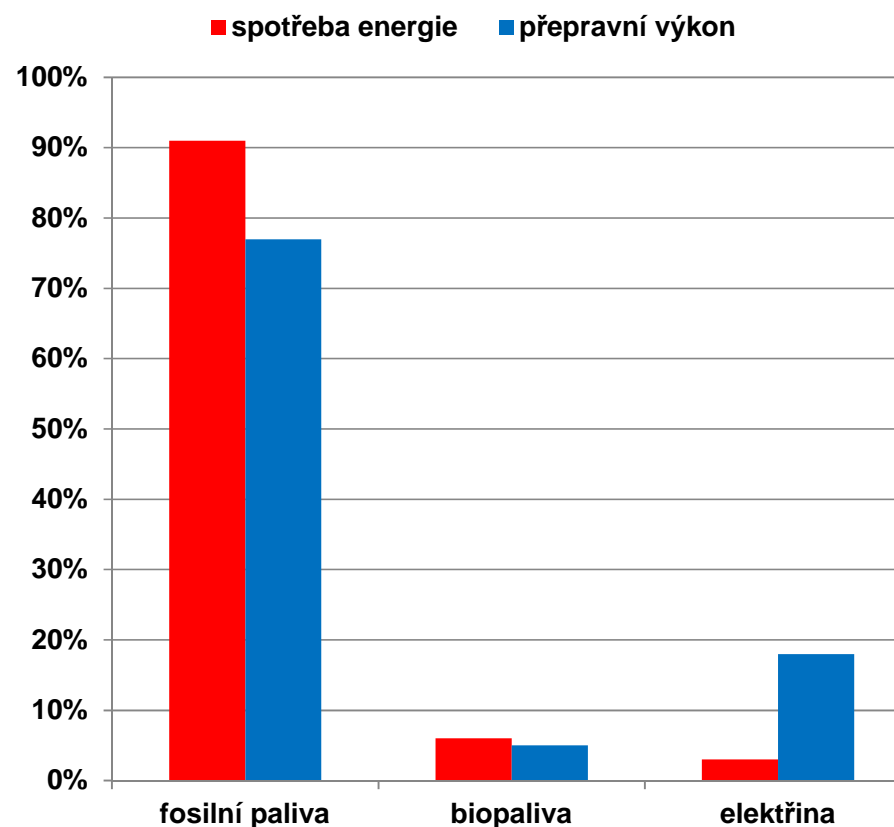
Spotřeba energie pro dopravu je v ČR velmi vysoká a činí 20 kWh/obyvatele/den

Struktura spotřeby energie pro dopravu je v ČR velmi nezdravá:

- **fosilní paliva** 93 % (zajišťují 78 % přepravních výkonů)
- **biopaliva** 5 % (zajišťují 4 % přepravních výkonů)
- **elektřina** 2 % (zajišťuje 18 % přepravních výkonů)

Produkce CO₂ dopravou v ČR (aktuálně kolem 20 Mt/rok) již **přesáhla ukládání CO₂ do dřeva ve všech lesích na území ČR (18 Mt/rok)**

ČR: struktura spotřeby energie pro dopravu



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. m³/rok
měrná roční produkce dřeva 6,8 m³/ha/rok
měrná roční schopnost absorpce CO₂ 6,8 t/ha/rok
roční schopnost absorpce CO₂ lesů v ČR..... 18 Mt/rok



- ⇒ Pro ukládání oxidu uhličitého, **aktuálně produkovaného dopravou v ČR v úrovni 20 Mt CO₂/rok** spalováním 76 TWh/rok fosilních paliv, **by bylo potřeba zalesnit dalších 2,9 mil. ha**, tedy dalších 37 % z celkové plochy území státu. To by znamenalo **více než zdvojnásobení plochy lesů v ČR.**
- ⇒ Příroda pracuje usilovně, ale pomalu - množství CO₂, které za rok odebere z ovzduší **1 ha lesa, vyprodukuje osobní automobil se spotřebou 5 litrů nafty na 100 km při ujetí 50 000 km**

Energetická bilance dopravy v ČR

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:

- 30 % 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 poškozuje lidské zdraví

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

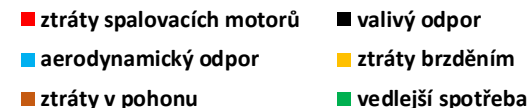
⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) nepoužívat v dopravních prostředcích

V dopravních prostředcích nelze využít ztrátové teplo spalovacích motorů.

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

=> spalovací motor není vhodné používat v dopravních prostředcích

energetická bilance dopravy ČR 2018
(TWh/rok)



spotřeba energie v dopravě 79 TWh/rok
spotřeba energie paliv v dopravě ...77 TWh/rok
energie pro pohon vozidel z paliv ...25 TWh/rok
ztrátové teplo v dopravě z paliv..... 52 TWh/rok

To je více než dvojnásobek tepelné energie dodávané teplárnami v celé ČR svým odběratelům (25 TWh/rok).

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:

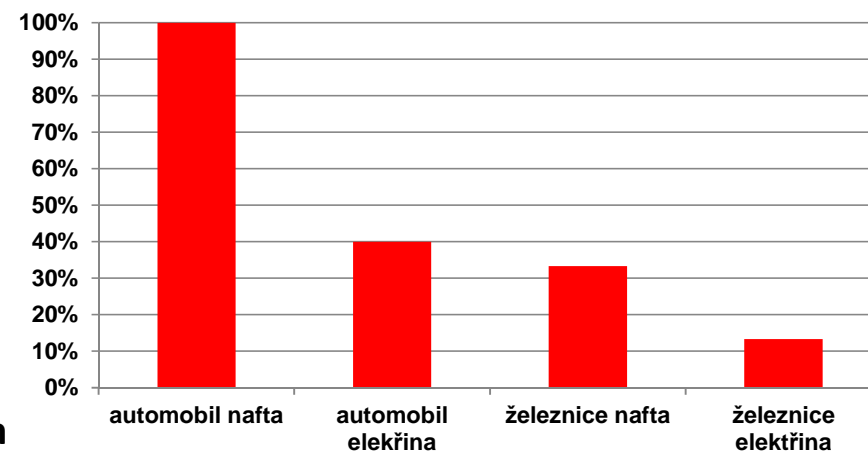
- využívají spalovací motor, který má zhruba 2,5 krát nižší energetickou účinnost než elektrický trakční pohon,
- využívají silniční dopravu, která má zhruba 3 krát vyšší energetickou náročnost než doprava kolejová (v součinu s používáním spalovacích motorů vůči elektřině na železnici jde o 7,5 násobek).

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 %)

poměrná energetická náročnost dopravy



Úspory zdrojem energie

Nejefektivnějším zdrojem energie (a to bezemisním) jsou úspory energie.

Snížení konečné spotřeby energie zvyšováním energetické účinnosti je výnosnou investicí.

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

VÝCHOZÍ STAV

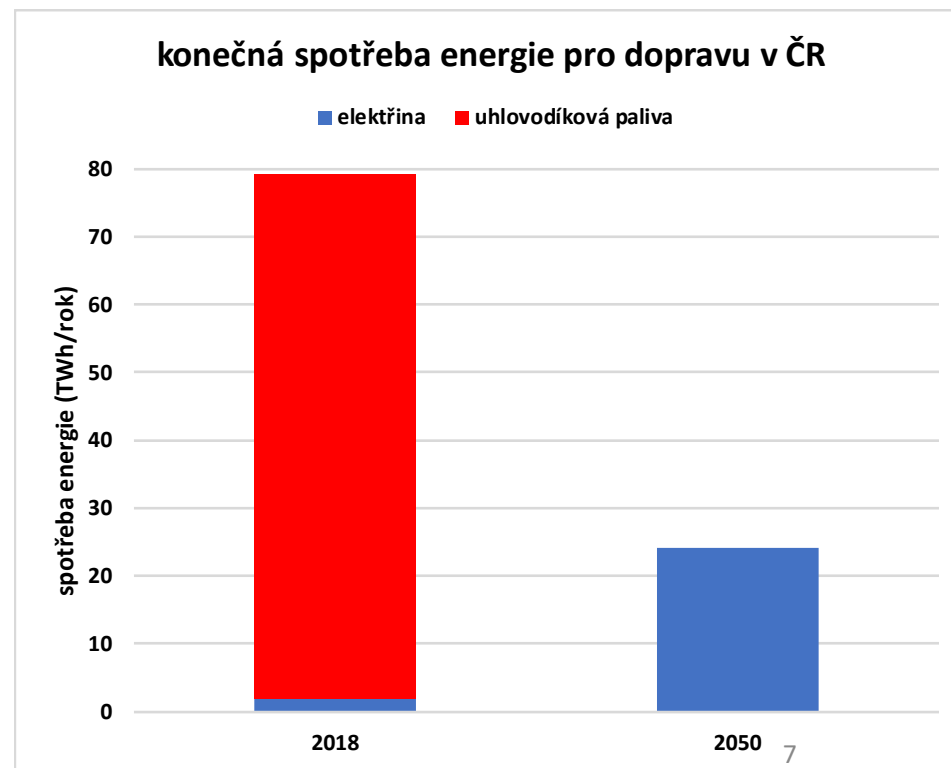
rok 2018: 130 mld. os km/rok, 60 mld. netto tkm/rok

- uhlodíková 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

rok 2050: 130 mld. os km/rok, 60 mld. netto tkm/rok

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



Nízká efektivnost individuálně vlastněných dopr. prostředků

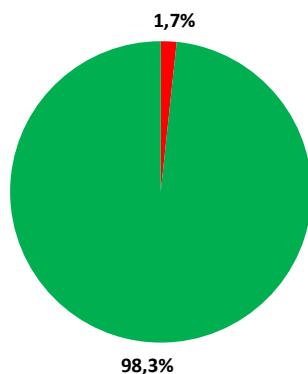
Lidé si kupují automobily zhruba v cenové úrovni své roční mzdy. **Každý zaparkovaný automobil představuje rok práce nějakého člověka.** V ČR v tomto okamžiku parkuje téměř šest milionů osobních automobilů:

- osobní automobil je v ČR v průměru využíván 24 minut denně, zbylých 23 hodin a 36 minut překáží, stárne a generuje odpisy
- střední časové využití osobního automobilu je $0:24 / 23:36 = 1,7 \%$
- osobní automobil je v ČR v průměru obsazen 1,3 osobami, zbylých 3,7 míst je volných. Střední využití přepravní kapacity osobního automobilu je $1,3 / 5 = 26 \%$

⇒ výsledné využití kapitálu investovaného do pořízení osobního automobilu je $1,7 \% \cdot 26 \% = 0,43 \%$

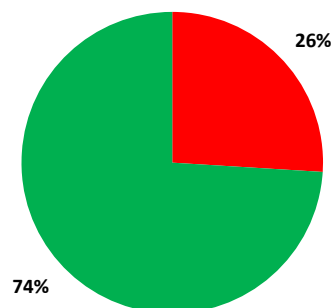
časové využití osobního automobilu v ČR

■ jede ■ parkuje



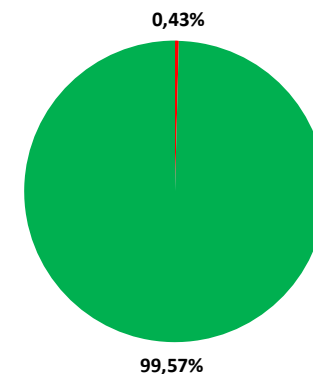
využití kapacity osobního automobilu v ČR

■ obsazená místa ■ volná místa



celkové využití osobního automobilu v ČR

■ investice využita ■ investice nevyužita



MAAS – mobilita jako služba („mobility as a service“)

Naše babičky k tomu, aby měly dostatek vajec, vlastnily výrobní prostředek – slepice. Nedovedly si představit slepice nemít. I manželka pana prezidenta Antonína Zápotockého (1953 – 1957) chovala na pražském hradě slepice.

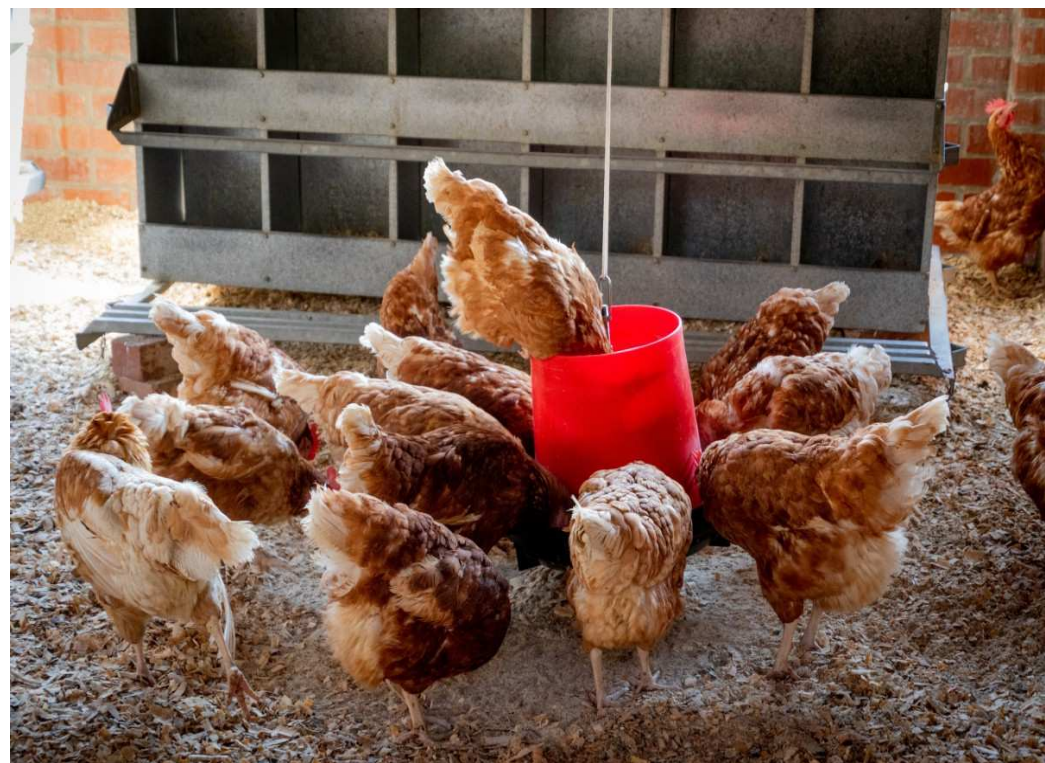
Slepice nemáme a přesto nedostatkem vajec netrpíme, neboť funguje služba (obchodní síť), která nám je zajišťuje.

Podobné to bude za pár let s automobily. Přemění se z vlastnictví na službu. Moderní osobní automobil 21. století nemá ani spalovací motor, ani volant ani vlastníka. Půjde o jednu z mnoha aplikací na mobilním telefonu.

Vedle veřejné hromadné dopravy vznikne **segment veřejné individuální dopravy**, který nahradí privátní individuální dopravu. Sdílené elektrické koloběžky ukazují trend dalšího vývoje.

Aristoteles:

„Bohatství není ve vlastnictví, bohatství je v užití.“

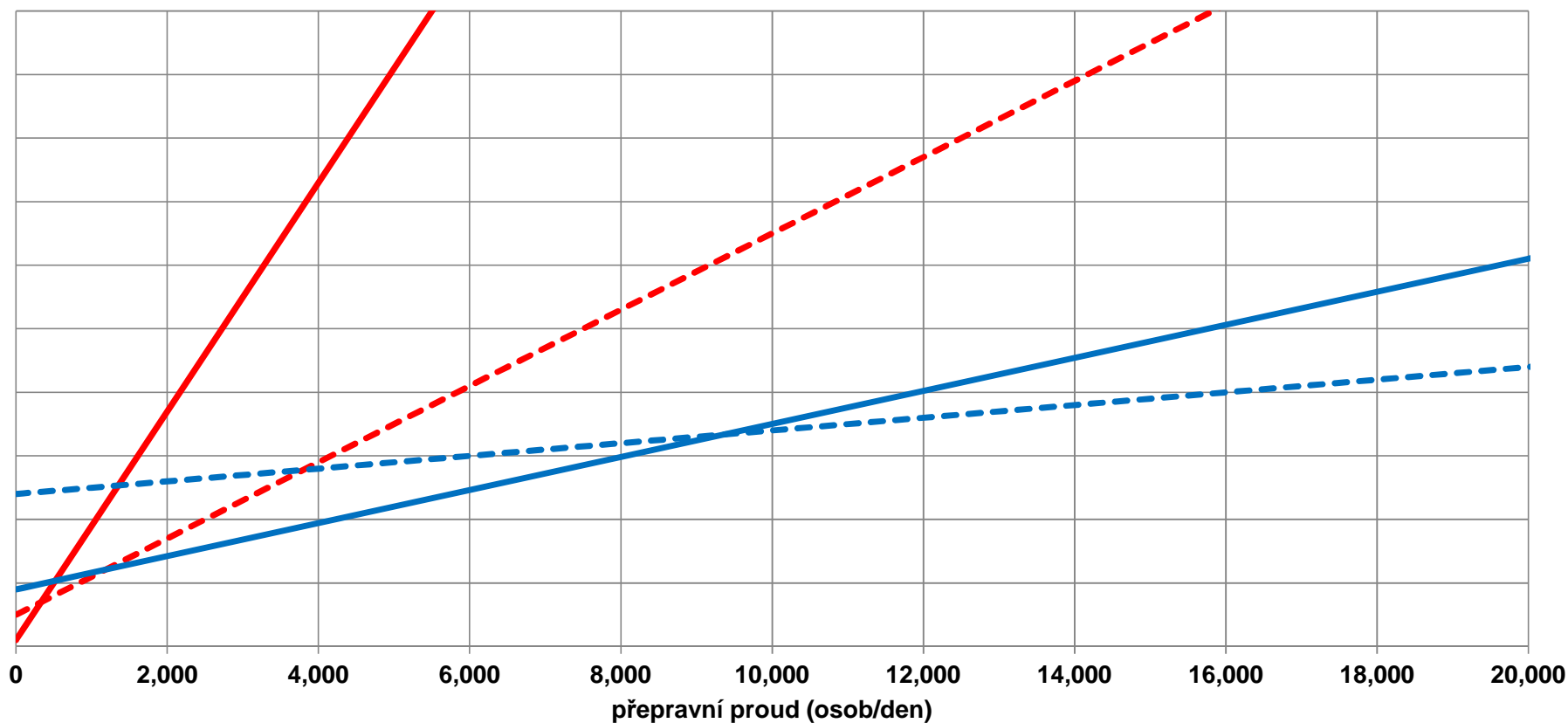


Udržitelná bezemisní multimodální mobilita

Optimální poměr fixních (investičních) a variabilních (provozních) nákladů

celkové náklady na dopravu (směrné hodnoty)

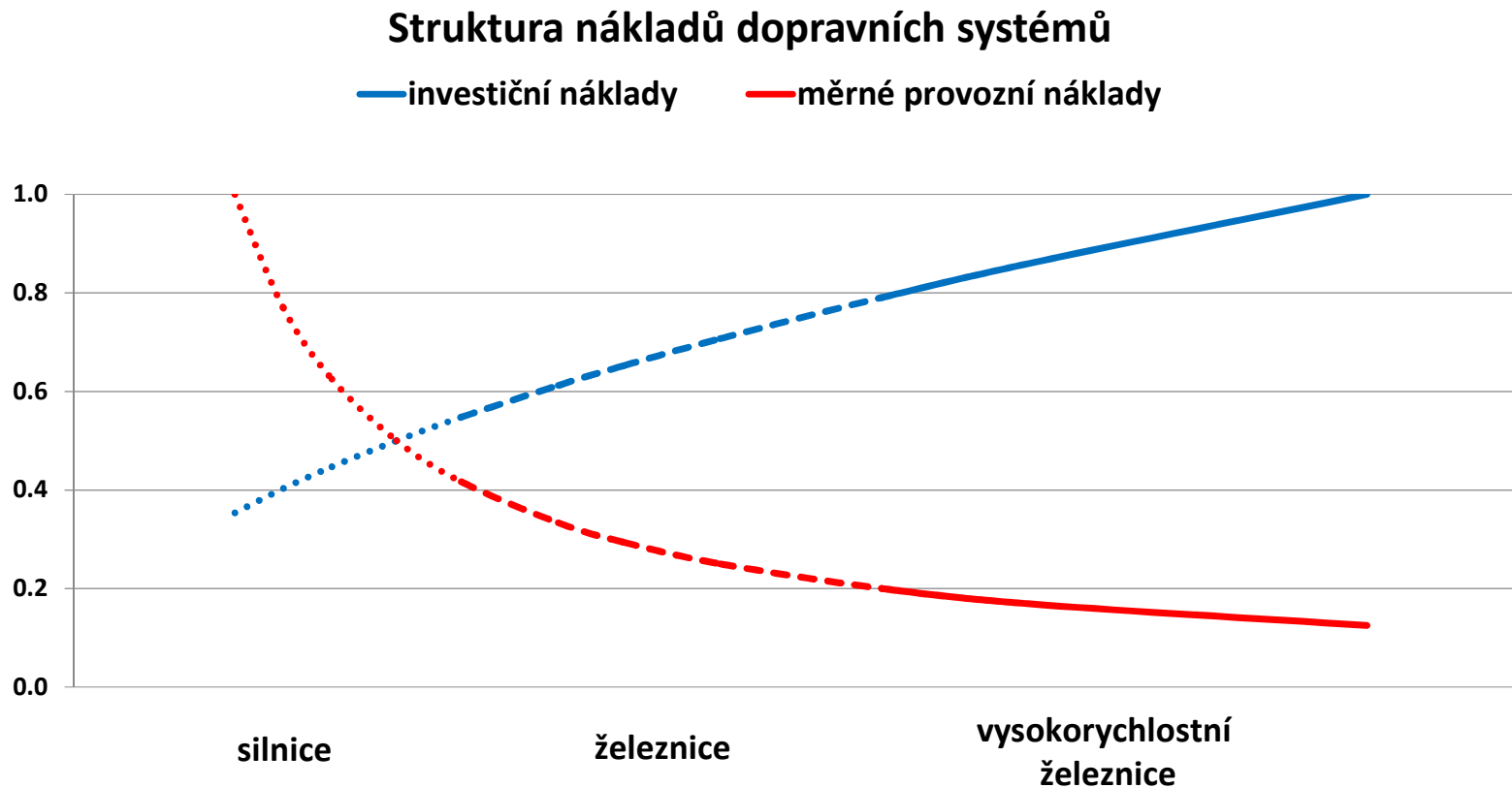
IAD bus CR železnice HS železnice



Řízení výběru dopravního módu intenzitou přepravy

Slabá přepravní poptávka: preference minimálních investičních nákladů (i za cenu dražšího provozu)

Silná přepravní poptávka: preference minimálních provozních nákladů (i za cenu dražších investic)

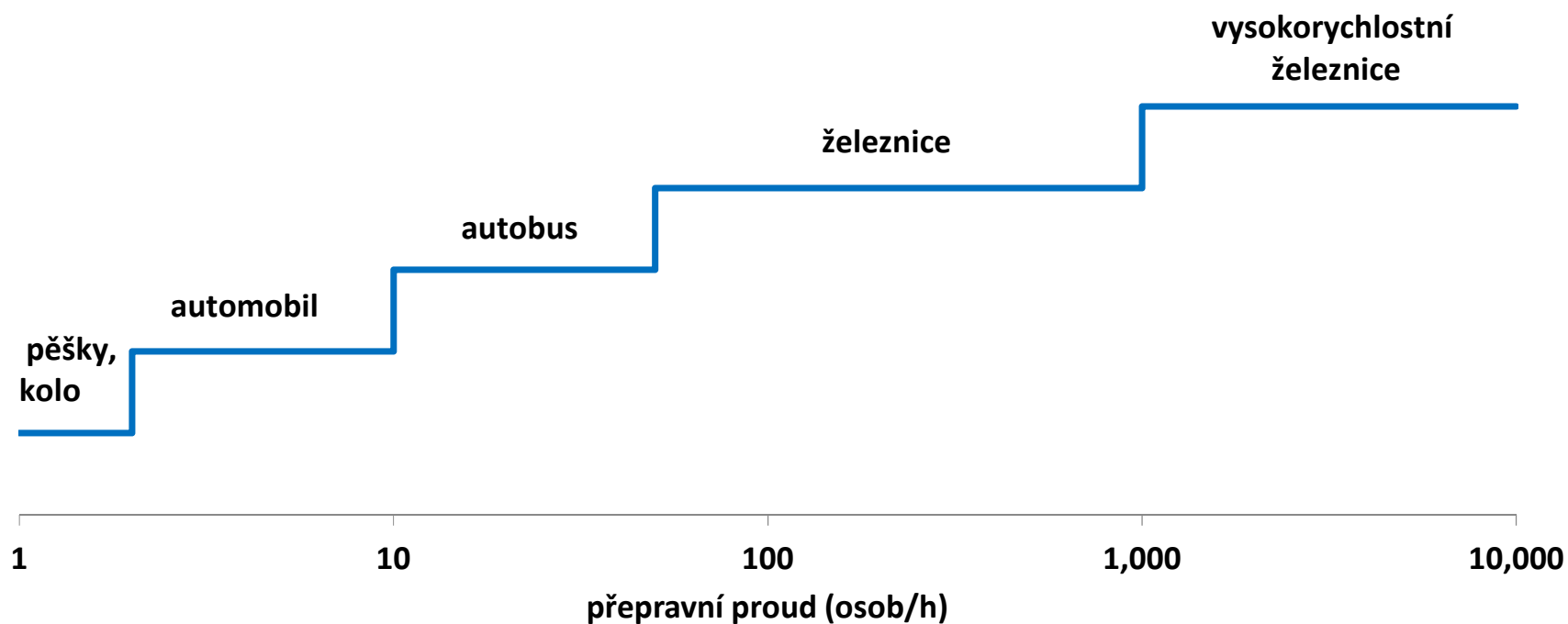


Nikoliv konkurence, ale kooperace dopravních módů

Poloprázdný autobus či vlak je vhodné **nahradit automobilem**

Dálnici plnou automobilů má logiku **nahradit vysokorychlostní železnici**

Volba optimálního dopravního systému



Základní principy – (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 – (2) řízení vozidel

Úplný 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 – (3) vlastnictví vozidel

Úplný 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 využíván denně jen 24 minut (1,7 % času), zbývajících 23 hodin a 36 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, který 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 – (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

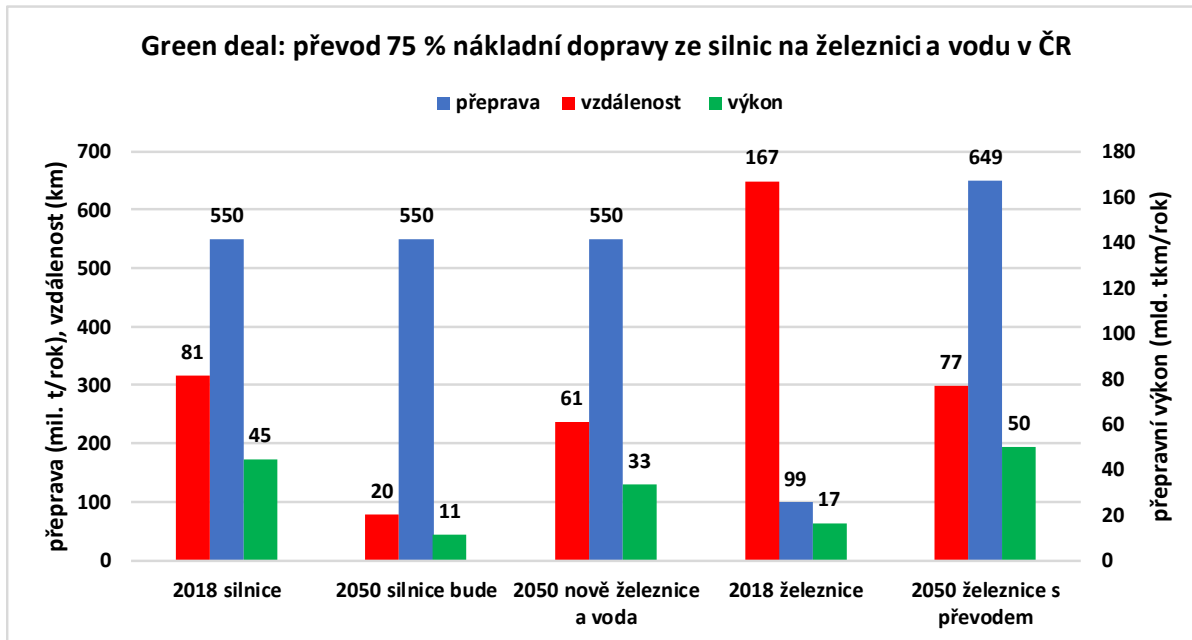
=> Individuální dopravu používat ve směru slabých a nepravidelných přepravních proudů (tam a jenom tam)

Základní principy – (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)

Kombinovaná doprava – nástroj k převodu 75 % nákladní dopravy ze silnic na železnice podle Green deal



	přeprava mil. t/rok	vzdálenost km	výkon mld.tkm/rok
2018 silnice	550	81	45
2050 silnice bude	550	20	11
2050 nově železnice a voda	550	61	33
2018 železnice	99	167	17
2050 železnice s převodem	649	77	50
poměr železnice 2050/2018	654%	46%	302%

Úspora energie:

$$\Delta E = 0,75 \cdot 45 \text{ mld. tkm} \cdot (0,29 - 0,03) \text{ kWh/tkm} = 8,5 \text{ TWh/rok}$$

Orientační propočtení pro kombinovanou dopravu (25 % vzdálenosti po silnici, 75 % vzdálenosti po železnici či vodě):

- => na silnici zůstává střední přepravní vzdálenost jen 20 km - substitutem bude železnice disponující hustou sítí
- => přepravní výkony nákladní železniční dopravy vzrostou na 3 násobek
- => přeprava (nakládka a vykládka) vzroste na železnici na 6,5 násobek (=> potřeba nových terminálů),
- => úspora 8,5 TWh/rok (= produkce nové 1,2 GW elektrárny Dukovany) => „úspory jsou zdrojem energie“
- => úspora 1,8 mil. t CO₂/rok (21 % současné produkce oxidu uhličitého průmyslem v ČR)

Děkuji Vám za Vaši pozornost!



Jiří Pohl

Senior Engineer

Engineering

Siemens Mobility, s.r.o.

Siemensova 1
155 00 Praha
Česká republika

Mobil: +420 724 014 931

E-mail: jiri.pohl@siemens.com