

Možnosti snižování emisí CO₂ v silniční dopravě.

Doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.

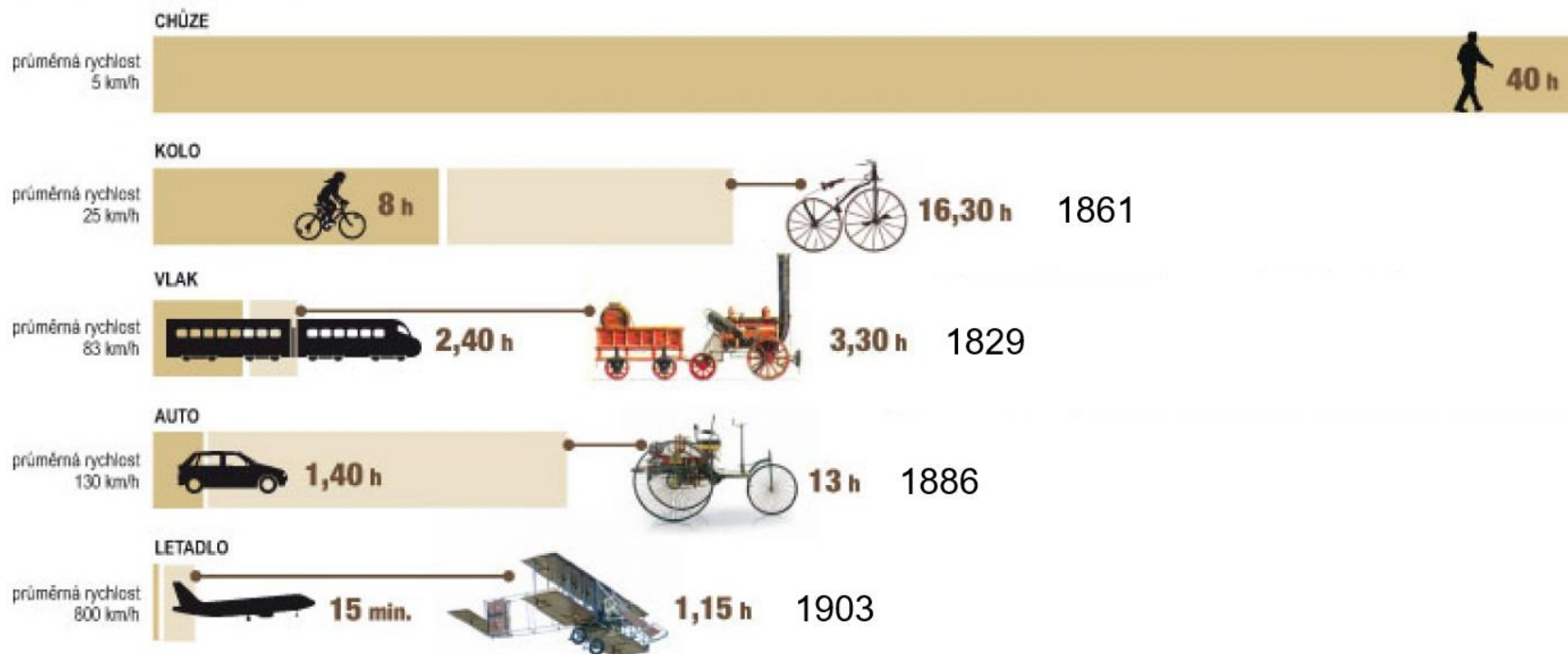
paidarm@vscht.cz

Ústav anorganické technologie,
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Česká vodíková technologická platforma

Technologický vývoj dopravy

Praha–Brno (200 km)



Způsoby dopravy prodělaly značný technologický pokrok

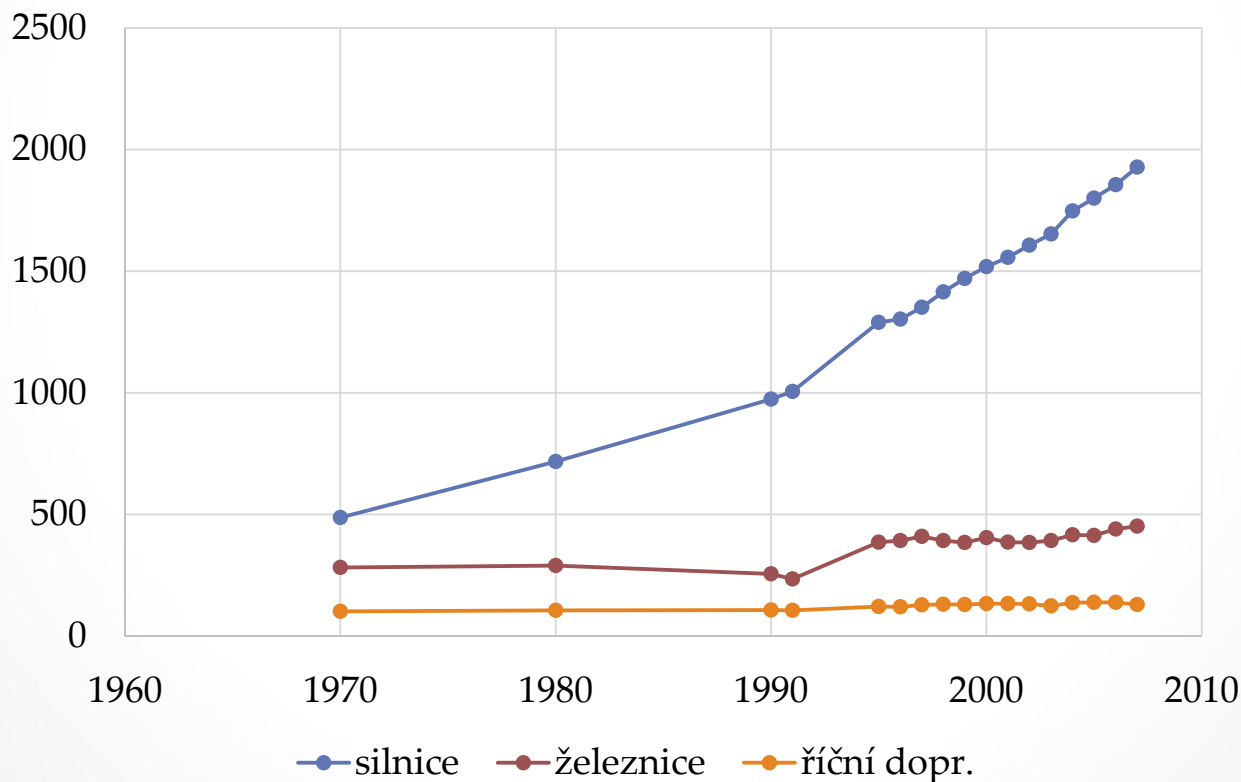
**Doprava osob i zboží je dnes považována za základ fungování společnosti
jak ekonomicky, tak i společensky**

Široká dostupnost dopravy a její cena ovlivňuje chování společnosti.

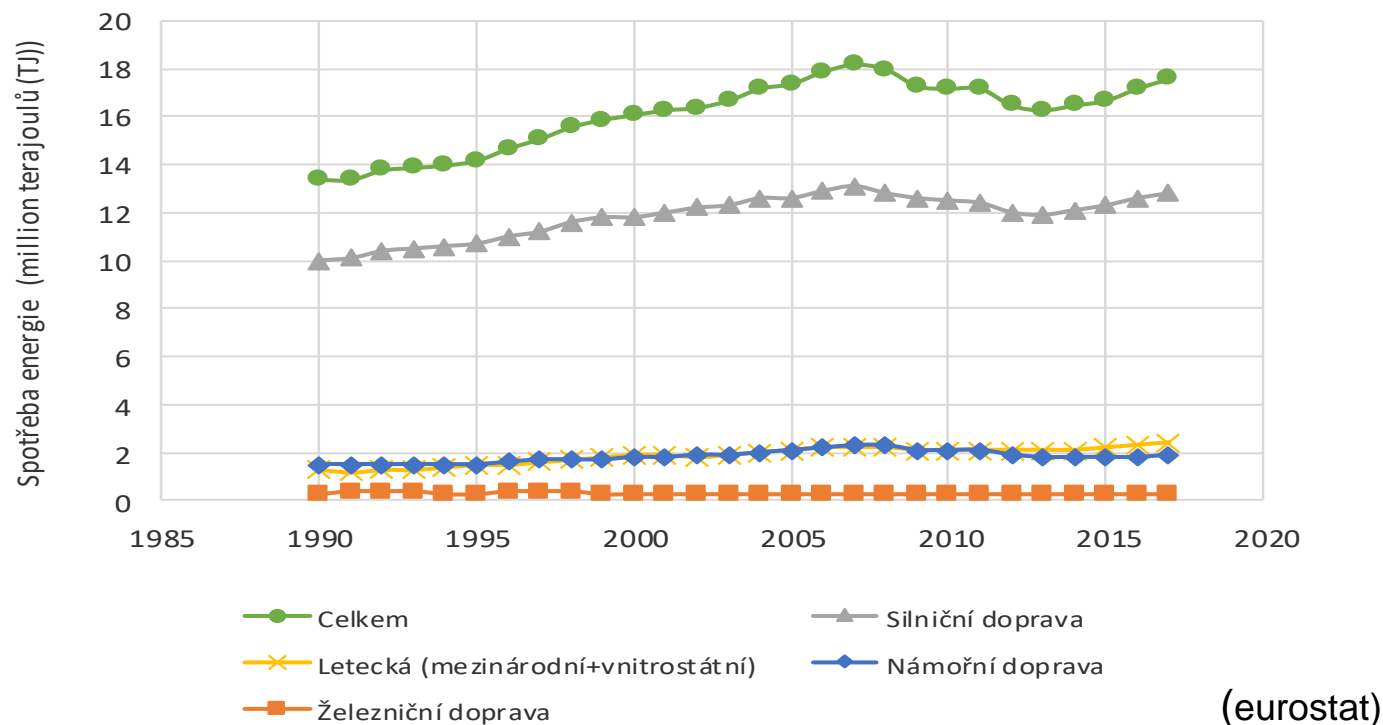
Nárůst přepravních objemů

Dle statistiky se objem přepravy v Evropě od roku 1970 více než zdvojnásobil

Přepravní objem v EU v 10^6 t km

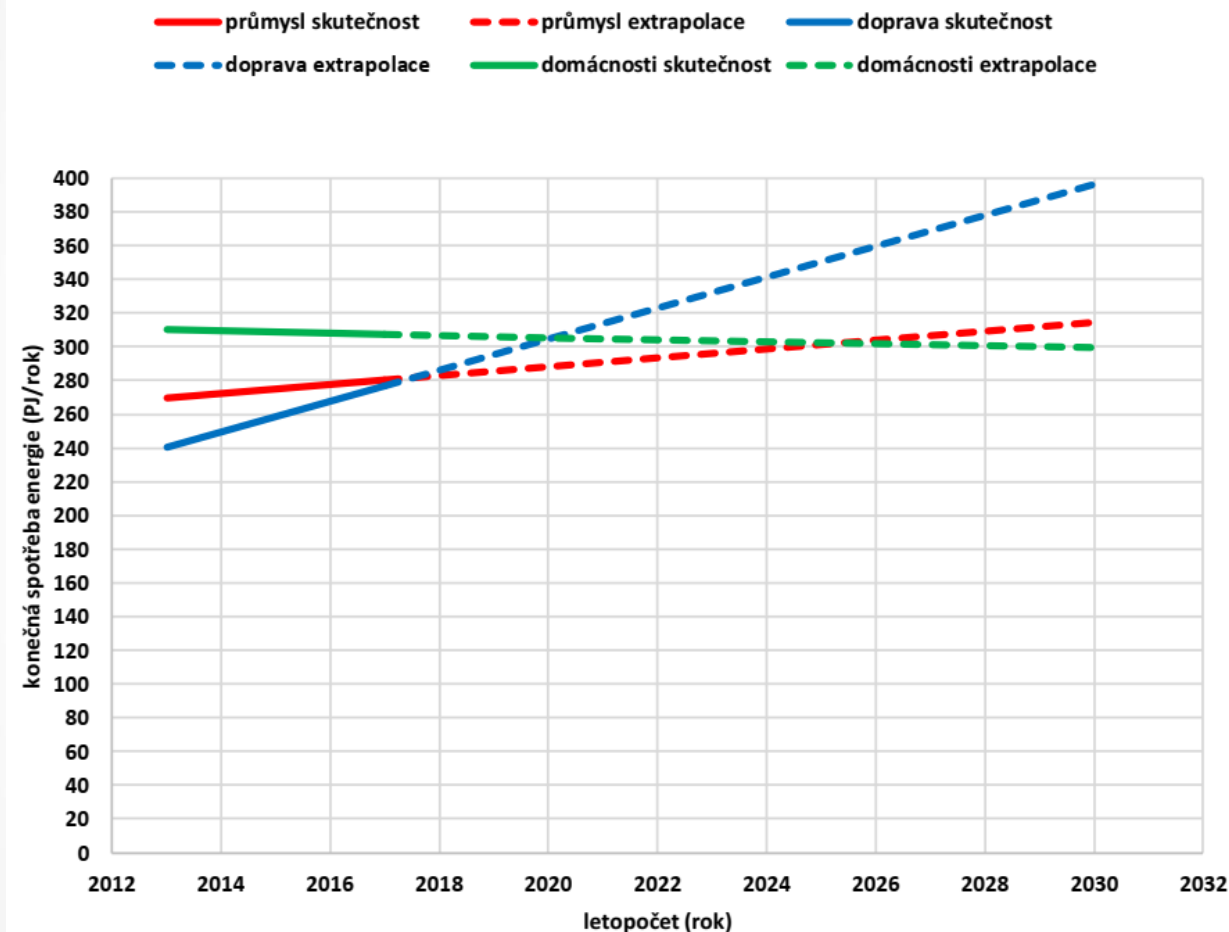


Energetická spotřeba dopravy v zemích EU



Nárůst objemu dopravy je spojen s energetickými nároky
Inovace vedou k vyššímu využití energie paliva – pokles spotřeby
Tlak na zavádění inovací - ekonomický
- legislativní

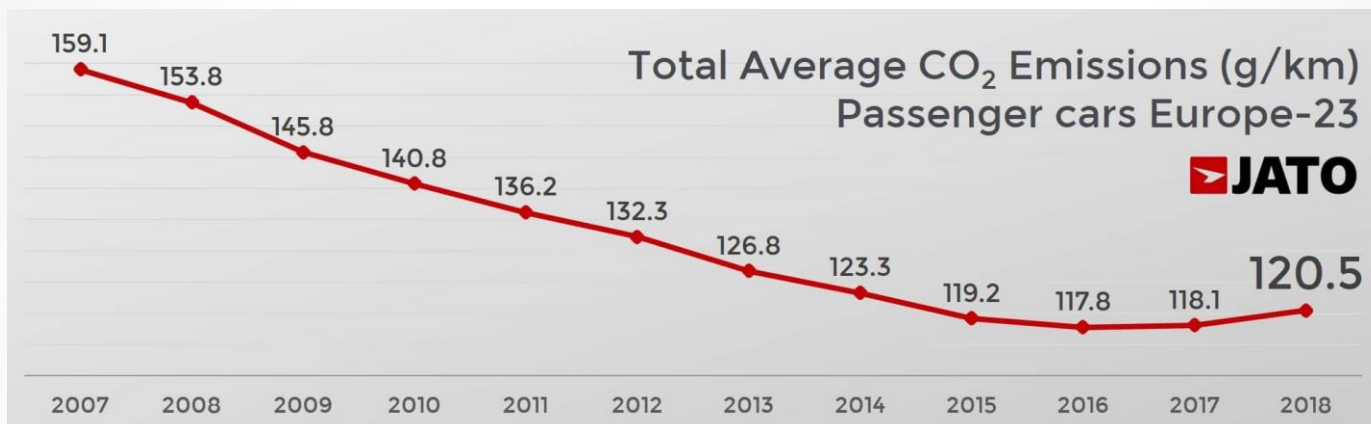
Doprava vs. ostatní sektory v ČR



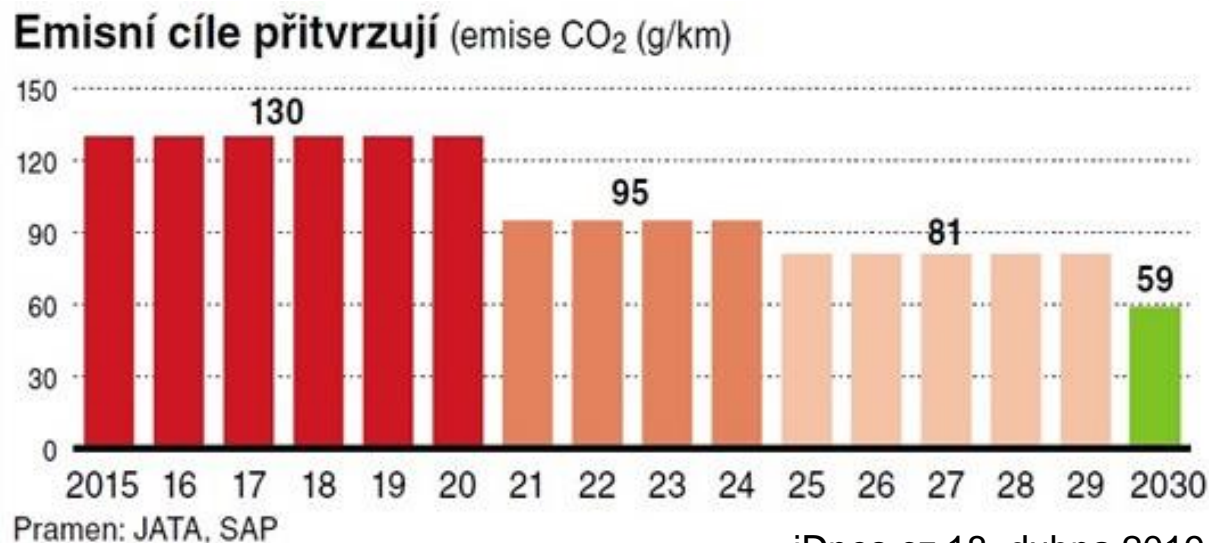
Ing. Pohl, Siemens

Doprava je nejvíce rostoucí sektor → hlavní cíl legislativních opatření

Legislativní tlak na výrobce automobilů



Spalovací motory dosahují maxima svých možností – tlak na změnu technologie



Palivo

- Palivo je nositel energie pro hnací jednotku
- Paliva mají různé způsoby skladování
- Paliva mají různý obsah energie



<http://www.janjustusschmidt.com/why-i-believe/>



Palivo lze vytěžit nebo vyrobit případně obojí

Palivo produkované z fosilních zdrojů (ropa, plyn, uhlí)

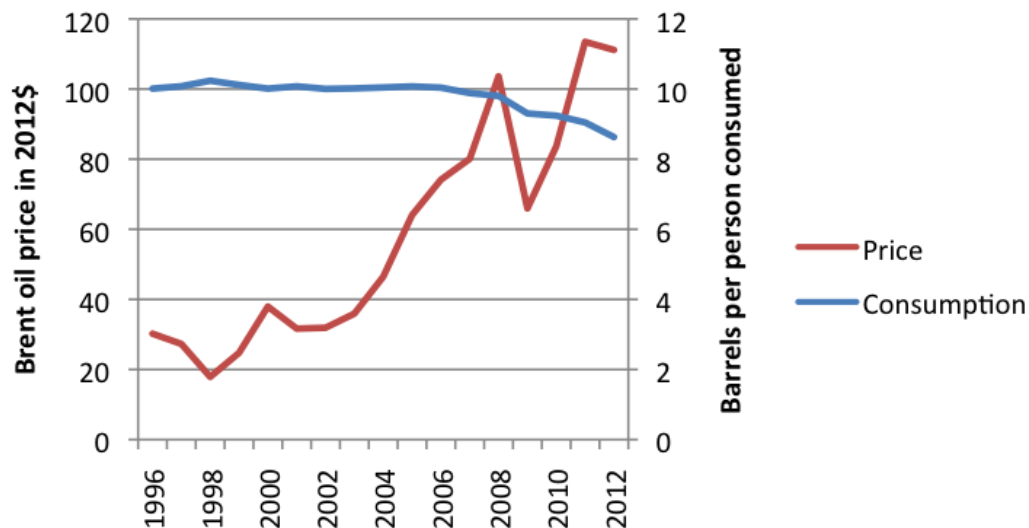
Závislost na dovozu z politicky nestabilních regionů

Trvale rostoucí cena a technologická náročnost těžby

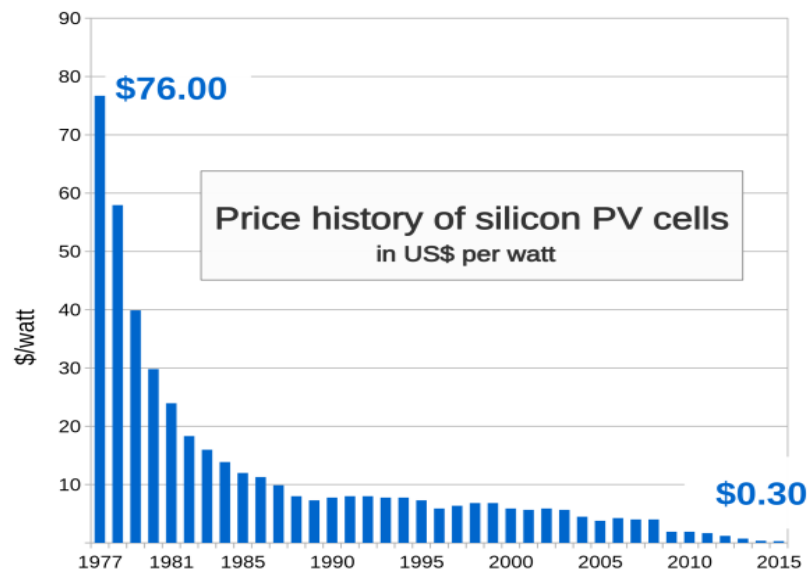
Důraz na obnovitelné zdroje (OZE) - produkce na místě

Nutnost vyřešit formu ukládání energie

Europe - Oil Price and Consumption



BP Statistical Review of World Energy



Source: Bloomberg New Energy Finance & pv.energytrend.com

Pravidla hry

Dle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů ze dne 18. prosince 2018 **dodavatelé energie do dopravy musí v daném členském státě souhrnně dosáhnout v roce 2030 14% podílu energie z OZE.** Podíl biopaliv první generace nesmí být vyšší než 7 % (úroveň roku 2020 + 1 %, maximálně však 7 %), podíl pokročilých biopaliv a bioplynu musí v roce 2030 činit alespoň 3,5 % (v roce 2022 alespoň 0,2 %, v roce 2025 alespoň 1 %).

NKEP ČR

Různé zadání pro výrobce automobilů a výrobce paliv

- | | |
|--------------------|---|
| Výrobce automobilů | - minimální emise produkované vozidlem během provozu v místě používání 95 g CO ₂ /km + další
- tzv. TTW (Tank-to-Wheel) |
| Výrobce paliva | - definovaný souhrnný podíl OZE v palivech
- tzv. WTT (Well-to-Tank) 14% OZE |
| Stát | - závazky v rámci snižování emisí CO ₂
- tzv. WTW (Well-to-Wheel) = TTW+WTT |

Jaká je realita

Platnost přírodních zákonů (fyziky a chemie) nelze změnit nařízením.

maximální dosažitelná účinnost dějů (konverze energie)
vlastnosti paliv (hustota energie, skupenství, bezpečnost,..)

Energii pro paliva je nutné někde získat

nahrazení jednoho druhu paliva – nárůst spotřeby paliva alternativního

Společenská poptávka

vozový park v ČR je značně zastaralý průměrné stáří 14 let, obměna je pomalá
akceptace nových technologií zákazníky
minimalizace sociálních dopadů
změna schématu chování

Výrobci paliv i vozidel jsou nuceni zohlednit všechny okolnosti a dodržovat platné předpisy – povinná kvalita motorových paliv vs. požadavek na podíl obnovitelných zdrojů.

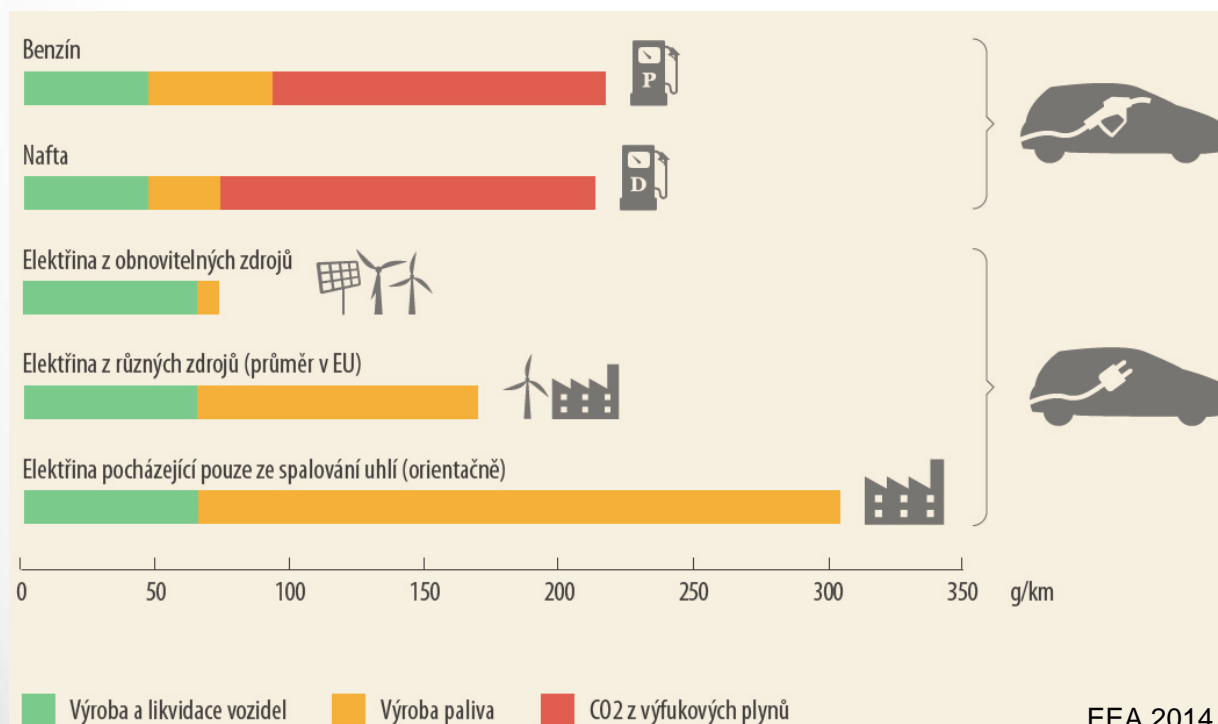
Přírodní zákony

Nové emisní limity nelze/nepůjde splnit s čistě spalovacím motorem.

Nové technologie vyžadují intenzivní rozvoj výroby - dopady na životní prostředí

Hustota uložené energie - dojezd, geografické podmínky pěstování biopaliv

I elektromobil napájený ze solárních panelů má negativní dopad na životní prostředí

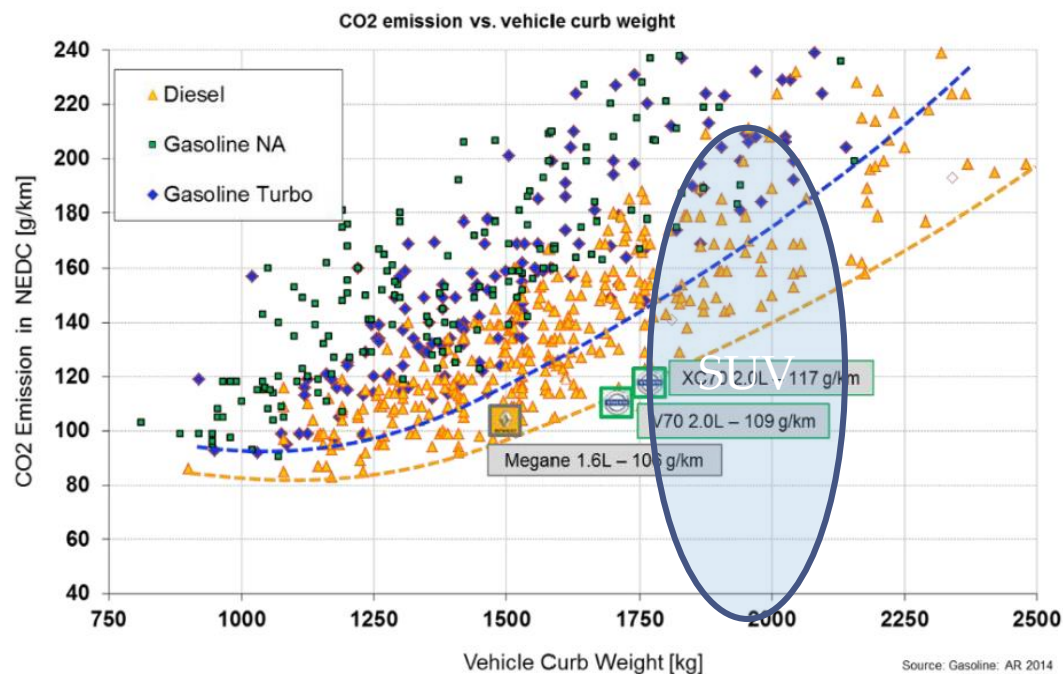


Společenská poptávka

Požadavky zákazníků jsou v přímém protikladu se snahou zákonodárců – rostoucí prodej SUV (těžší auta s vyšší spotřebou)

Nové koncepty

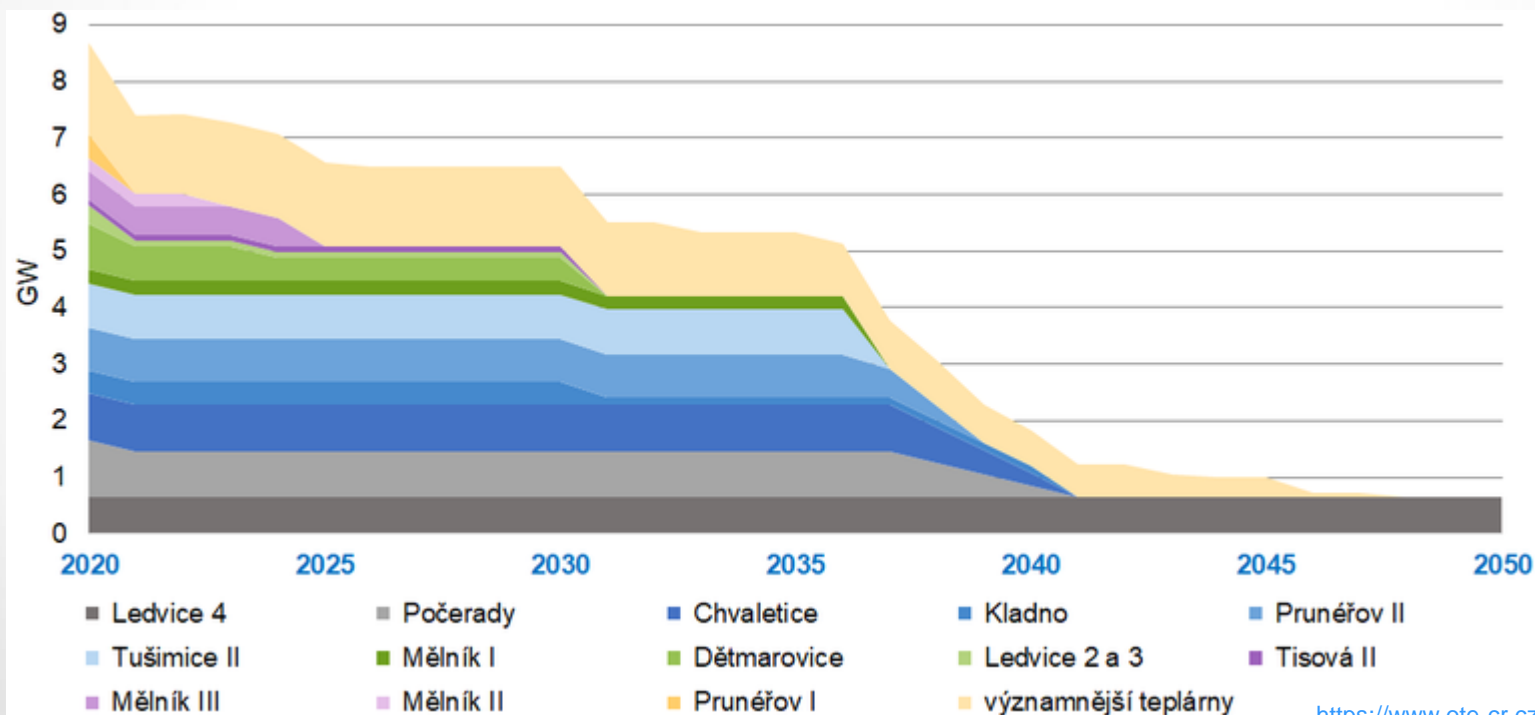
- e-mobilita - bez významných pobídek není konkurenceschopná
- chybějící infrastruktura
- vysoká cena
- bezpečnost ?
- uživatelský komfort (parkování?)
- autonomní řízení



Náhradní paliva

současná bilance ČR: MN 4,9 Mt/rok, BA 1,6 Mt/rok převážně z fosilních zdrojů tj. 72 TWh přepočteno na trvalý tepelný výkon to odpovídá více než 8 GW_{LHV} s ohledem na vyšší účinnost je při 100% přechodu na e-mobilitu nutné zajistit nově cca 3 GW trvalého výkonu

Předpokládaný scénář odstávky uhelných elektráren v ČR



Jaké jsou možnosti

Biopaliva - kapalná

- nahrazení fosilních paliv obnovitelnými - zachování stávajících spalovacích motorů
- + maximální využití lokálních možností (UCO, živ. tuky, dřevní odpady,...)
- nelze splnit emisní limity vozidel 95 g CO₂/km
- omezené dostupné kapacity - sucho
- negativní dopady na životní prostředí (nadměrné užívání agrochemie)
- modifikace vozidel na vyšší obsah biopaliv (Brazílie, skandinávské země,..)

Biopaliva - plynná

- Bioplyn/biometan - alternativa k CNG - zachování stávajících spalovacích motorů
- + maximální využití lokálních možností
- **limitně plní emisní limity** vozidel cca 95 g CO₂/km
- omezené dostupné kapacity - energetické využití pro výrobu zelené elektřiny
- negativní dopady na životní prostředí (nadměrné užívání agrochemie)

Jaké jsou možnosti

Hybridní vozidla

- zachování stávajících spalovacích motorů + baterie (rekuperace, externí dobíjení)
- + nízké/nulové emise v městském provozu
- + **plní emisní limity** vozidel 95 g CO₂/km v závislosti na testovacím protokolu
- technologicky složité - kombinace 2 typů motoru
- vysoká cena (technologická náročnost + cena baterie)
- chování uživatelů (napr. nevybalené nabíjecí kabely)

Emise CO₂ na vzdálenosti

10 km



Toyota

Jaké jsou možnosti

E-mobilita - baterie

- + nulové emise automobilů
- + vysoký potenciál pro vývoj a optimalizaci vozidel
- bez masivního nárůstu OZE nepřináší úsporu GHG
- vysoká cena - závislá na kapacitě baterie
- uživatelský diskomfort - klimatizace, topení, plánování tras

E-mobilita - vodík

- + nulové emise automobilů
- + vysoký potenciál pro vývoj a optimalizaci vozidel
- bez masivního nárůstu OZE nepřináší úsporu GHG
- vysoká cena (technologická náročnost)
- chybějící infrastruktura

Energetické toky při „tankování“

Electricity

Supercharger **120 kW**



Tesla Model S

100 kWh (500 kg Lilon)

25 kWh / 100 km

→ **1 min „fueling“**
~ 8 km driving

Hydrogen

Filling Station **3.000 kW**
(ca. 1 kg/min)



Mercedes GLC F-Cell

142 kWh (4,4 kg H₂)

1 kg H₂ / 100 km

→ **1 min fueling**
~ 100 km driving

Diesel

Filling station **27.000 kW**
(ca. 50 l/min)



Audi A3 2.0 TDI

450 kWh (40 kg Diesel)

6 l Diesel / 100 km

→ **1 min fueling**
~ 800 km driving

Jaké jsou možnosti

Změna chování společnosti

- změna společenských návyků - významné omezení přepravních objemů
- dostupnost dopravy (zboží i osob) souvisí se standardem životní úrovně
- průměrný nájezd automobilu v ČR je cca 30 km/rok
- trendem je omezení vlastnictví vozidel - doprava, jako služba

Dobrovolná

- + sdílená auta (menší počet vozidel s vysokou mírou využití) - není vhodné pro všechny (dostupnost, COVID 19,)
- + model poslední míle - maximalizace využití hromadné dopravy
- + podpora nízkoemisních vozidel - dálniční známky, parkování

Vynucená

- zpoplatnění vlastnictví auta ve městech - parkovací zóny, mýta
- zvyšování cen soukromé dopravy (paliv i vozů) - sociální dopady
- legislativní preference jednoho typu pohonu (trolejbus vs. elektrobus)

Bezpečnost + legislativa

- nutnost - pro úspěšné zavedení nových technologií
- PR - jednotlivých technologií
- jedna nešťastná událost – zpomalení až o několik let
- absence/ nedostatky legislativy a norem –
 - parkování v garážích pro CNG, LPG, H₂
 - STK - vodíková auta / elektromobily
 - stavební předpisy dobíjecích/plnicích stanic - **výběrová řízení**
 - unbundling - výrobce + distributor
- chování obyvatel - zpravidla hledá nejvýhodnější model viz. nedobíjení plug-in hybridů (drahá parkovací známka), nadužívání předotované hromadné dopravy



Hindenburg 1937

35 obětí / 97 osob



Závěr

Závazky ohledně podílu OZE, úspor CO₂ i emisních limitů vozidel vznikají v celoevropském kontextu tj. momentální pravidla hry jsou určena

- **Optimistický** - masivní výstavba OZE dokáže zabezpečit v EU splnění ambiciózních plánů nejen v dopravě bez poklesu životní úrovně obyvatelstva.
- **Pragmatický** - společenská poptávka (EU) si žádá ekologizaci. Pomocí dovážených biopaliv, podporou e-mobility, obchodem s bio-certifikáty splníme závazky s únosnými dopady na životní úroveň obyvatelstva
- **Drastický** - nerealistické požadavky povedou k výraznému zdražení dopravy se všemi důsledky na obyvatelstvo, doprava jako luxus, nárůst nákladů na dojíždění (venkov jen pro bohaté), drahý dovoz zboží

V případě drastických dopadů na obyvatelstvo nelze vyloučit změnu politiky, ale návrat do původních limitů je nepravděpodobný.

Volby mohou změnit směřování politiky, ale ne přírodní zákony



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE

Děkuji za pozornost

doc. Ing. Martin Paidar, Ph.D.

paidarm@vscht.cz

Ústav anorganické technologie,

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Technická 5

166 28, Praha 6



*přednáška vznikla v rámci řešení projektu TAČR Beta [TITSMZP713]
Optimální využití obnovitelných zdrojů energie v dopravě*

T

A

Č

R

Toyota Mirai



WHTC 2017 - Praha



Toyota

Zdroj energie

PEMFC

Pohon

Elektromotor 113 kW/335 N.m

Nejvyšší rychlost

179 km/h

Zrychlení

0-96 km/h 9 s

Zásoba vodíku

5 kg / 122 L (plnění 3 min)

Dojezd

500 km (i při zapnutém topení)

cena < 2 000 000 Kč

- cena akumulátorů dána celkovou kapacitou
- cena PČ dána instalovaným výkonem
- dojezdová vzdálenost + rychlost dobíjení/tankování

