

Projekt dekarbonizace dopravy v ČR

VUT Brno, 30. 10. 2023

Jiří Pohl, Siemens Mobility

Obsah

- epocha karbonizace průmyslu, dopravy a bydlení,
- epocha dekarbonizace průmyslu, dopravy a bydlení,
- nutnost projektového řízení procesu dekarbonizace,
- projekt dekarbonizace dopravy: motiv, cíl, nástroje, zdroje,
- environmentální, ekonomická a sociální udržitelnost dopravy,
- systém emisního obchodování EU ETS,
- systém emisního obchodování EU ETS 2,
- vliv dopravy na uhlíkovou stopu organizace a produktu,
- zvyšování energetické účinnosti v dopravě,
- intramodální a extramodální úspory energie a emisí,
- multimodalita a její využití v oblasti přepravy osob,
- multimodalita a její využití v oblasti přepravy věcí,
- společné systémové řešení dopravy a energetiky,
- proměna externalit dopravy.

Karbonizace a dekarbonizace

Nejvýznamnější událostí v dějinách lidstva nebyla žádná válka, žádná revoluce, žádné politické hnutí, ale **karbonizace, objev a užití fosilních paliv**.

Fosilní paliva dala lidstvu energii, která mu umožnila nejen do té doby nevídaný rozvoj průmyslu, dopravy a bydlení, ale i vzdělanosti a vědění.

Avšak platí nejen **zákon zachování energie**, který lidstvo motivuje k těžbě, importu, nákupu a spalování fosilních paliv, ale i **zákon zachování hmoty**, který způsobil, že spalováním fosilních paliv již lidstvo zvýšilo množství oxidu uhličitého v zemském obalu o 1,4 bilionu tun s důsledkem nevratných klimatických změn, které zhoršují podmínky pro život lidstva na Zemi.

S vědomím těchto skutečností se reprezentanti téměř 200 zemí z celého světa (včetně ČR) na konferenci v Paříži v roce 2015 dohodli, že zastaví zvyšování teploty ovzduší na hodnotě 1,5 až 2 °C. Následně Mezinárodní energetická agentura IEA spočetla, že k naplnění tohoto cíle je potřeba **dekarbonizace, ukončit do roku 2050 spalování uhlí, ropy a zemního plynu**.

Z fyzikálního hlediska je odklon od používání fosilních paliv reálný. Energii, kterou dává lidstvu spalování **uhlí, ropy a zemního plynu za rok přinášejí paprsky slunečního záření k Zemi každých 40 minut**. Ale je to potřeba udělat **chytře**, neboť udržitelný rozvoj má nejen **environmentální, ale i ekonomickou a sociální dimenzi**.

Projektové řízení dekarbonizace

Odklon od **života v rovnováze s přírodou k životu závislém a spalování fosilních palivech** proběhl v 18. až 20. století spontánně a neřízeně, jeho přirozeným akcelerátorem byla snaha o zvýšení životní úrovně.

Náhrada fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie v období pouhých 27 let (2023 až 2050) samovolně nenastane, dekarbonizace je řízeným procesem. Pokud má dekarbonizace proběhnout efektivně a zdárně, musí být **uchopena jako projekt**, tedy musí mít:

- **motiv,**
- **cíl,**
- **nástroje,**
- **zdroje,**
- **projektové řízení.**

Motiv je zřejmý (**zatavení změn klimatu**), díl též (**zbavit se do roku 2050 závislosti na fosilních palivech**).

Také nástroje jsou k dispozici. A to jak technické (inovativní technologie), tak i ekonomické (například EU ETS).

Zdroje jsou k dispozici též, a to především lidské. **Lidská práce je obnovitelným zdrojem.**

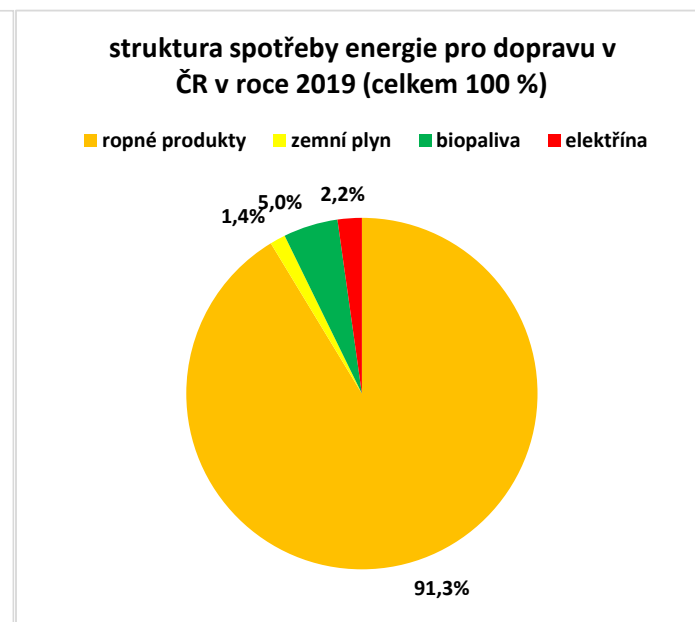
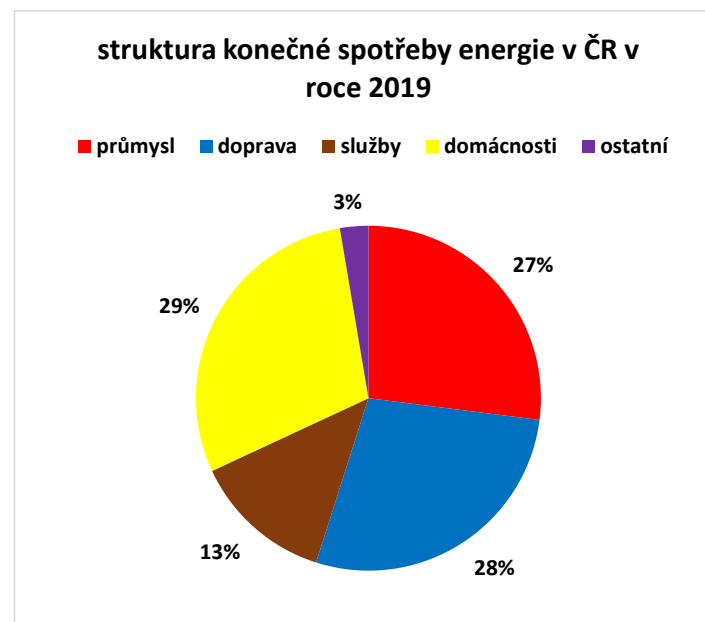
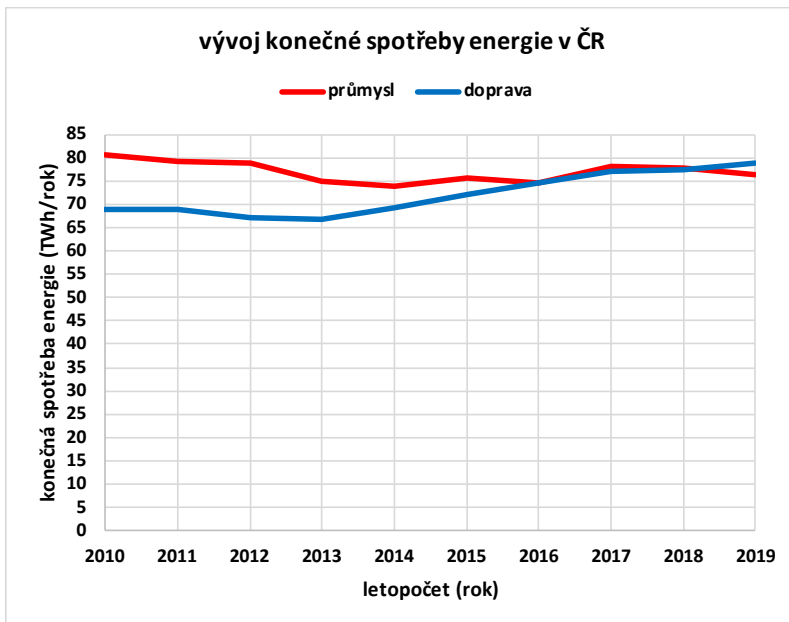
Nic nebrání tomu **uchopit dekarbonizaci jako projekt a řídit ji jako projekt.**

To platí i pro dekarbonizaci dopravy.

Energetická náročnost dopravy v ČR

Rada EU schválila v červenci 2023 novelizaci směrnice 2012/27/EU o zvyšování energetické účinnosti. ČR má zvýšit tempo nových úspor energie z dosavadních 0,8 %/rok na 1,3 %/rok od roku 2024, 1,5 %/rok od roku 2026 a 1,9 %/rok od roku 2028. Na rozdíl od příznivého vývoje při snižování spotřeby energie v oblasti průmyslu a domácností se v období do roku 2020 doprava vyvíjela zcela opačně, spotřeba energie v dopravě vytrvale rostla o cca 3 % 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.

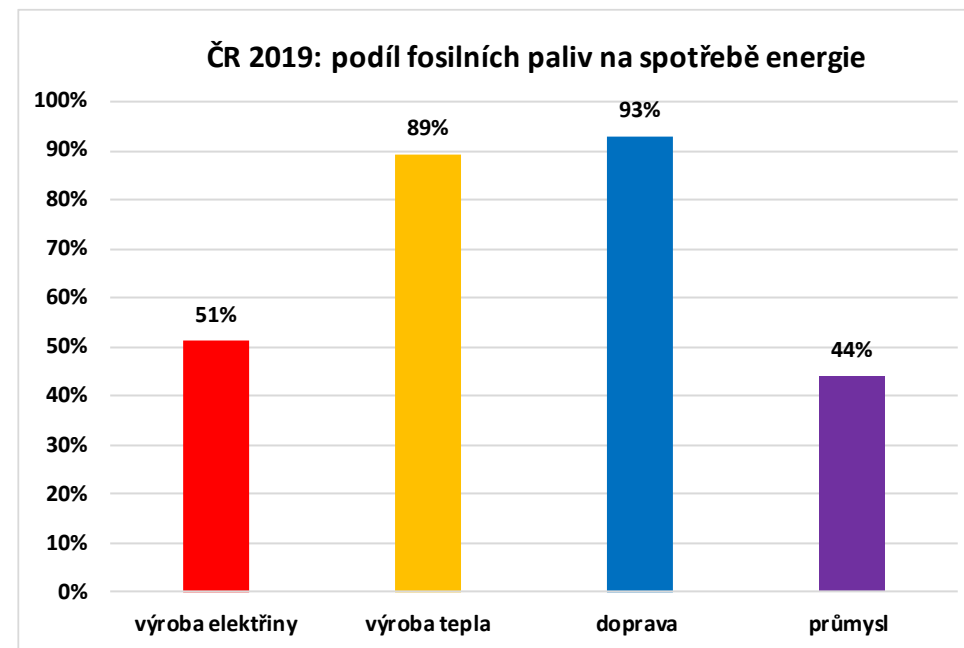
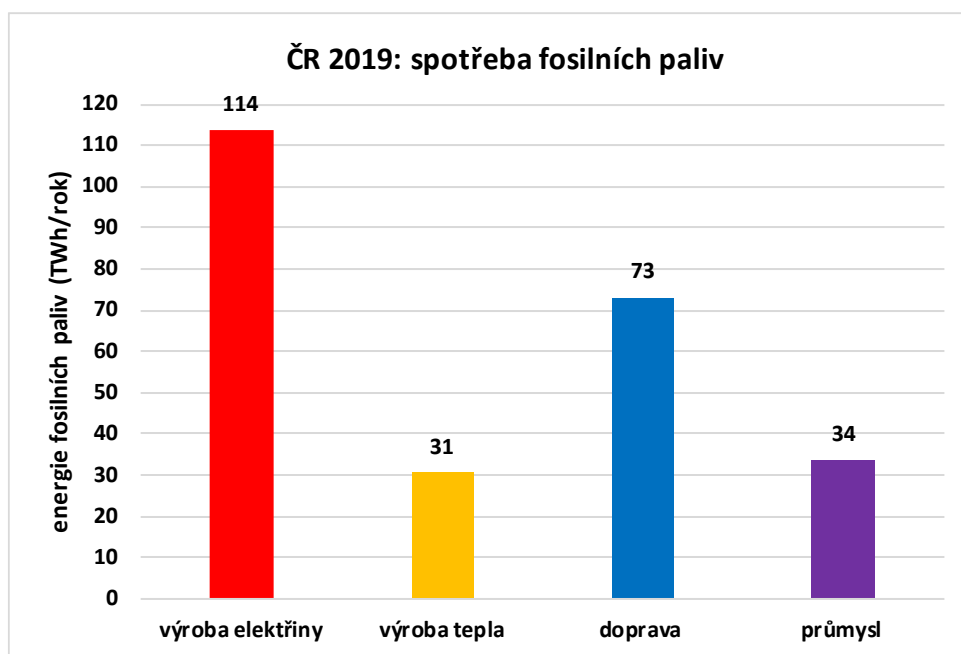
=> ke splnění cílů ČR v oblasti energetiky a klimatu je nutno v období 2021 až 2030 zapojit do systematického trendu a programů úspor energie kromě průmyslu a domácností plnohodnotně i dopravu.



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

Emisní povolenky EU ETS dosud regulují jen zhruba polovinu tuzemské produkce oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv. Tato část spotřeby již významně pocítuje jejich dopad a proto intenzivně řeší dekarbonizaci (například: teplárenství).

Od roku 2027 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 největším podílem závislá na fosilních palivech,
- doprava se brzy stane největším spotřebitelem fosilních paliv v ČR (klesající trend v energetice a rostoucí trend v dopravě).

Energie pro dopravu 2019

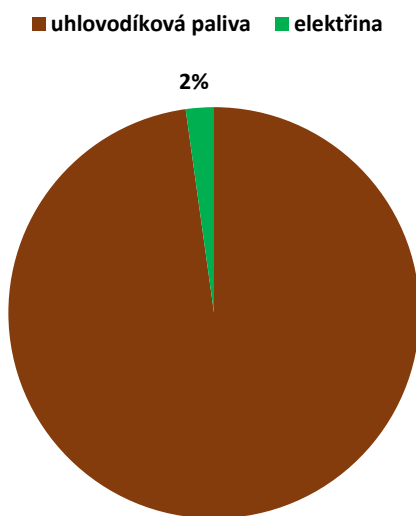
Spotřeba energie pro dopravu je velmi vysoká, činí v ČR 20 kWh/obyvatele/den.

Struktura spotřeby energie pro dopravu je v ČR velmi nezdravá:

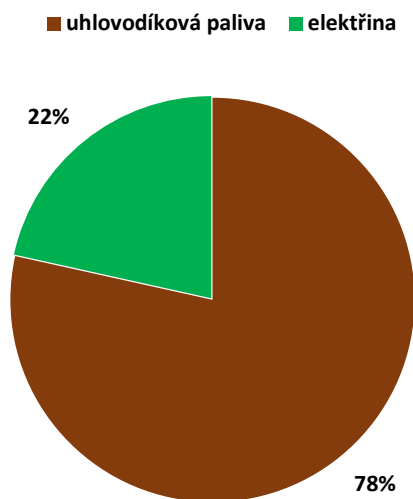
- fosilní paliva 93 % (zajišťují 74 % přepravních výkonů),
- biopaliva 5 % (zajišťují 4 % přepravních výkonů),
- elektřina 2 % (zajišťuje 22 % přepravních výkonů, neboť je vysoce efektivně používána v kolejové dopravě).

=> doprava v ČR produkuje 5 kg oxidu uhličitého na obyvatele a den

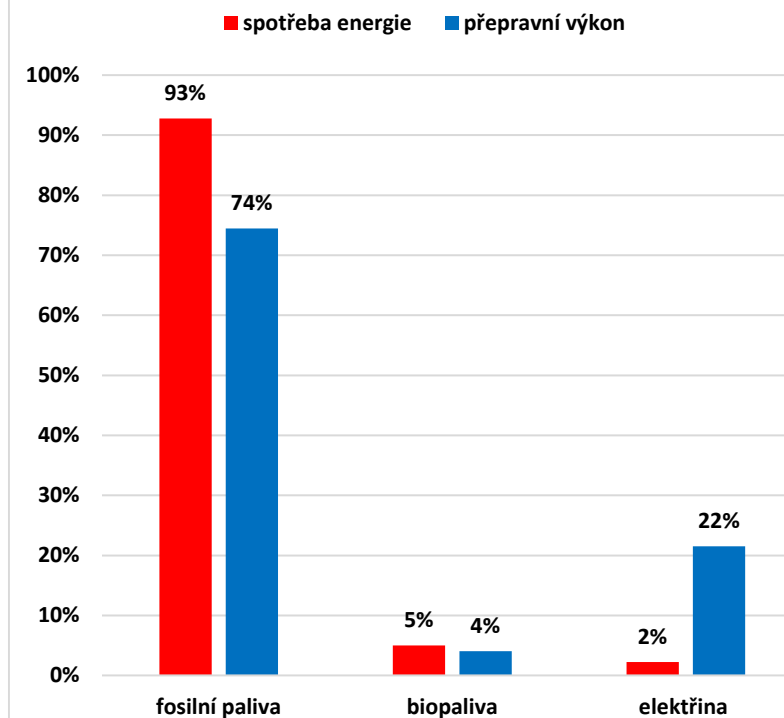
struktura spotřeby energie pro dopravu v ČR



struktura přepravních výkonů dopravy v ČR



ČR 2019: struktura spotřeby energie pro dopravu



Energetická, ekonomická a environmentální udržitelnost mobility

Současná podoba mobility, založená na spalování uhlovodíkových paliv převážně fosilního původu, je z klimatických, environmentálních i geopolitických důvodů **neudržitelná**, je nutno nahradit ji udržitelnou mobilitou. Ta bude:

- bezemisní (produkce emisí se neslučuje s udržitelností),
- multimodální (není jediný univerzálně použitelný druh dopravy, kooperace a komplementárnost jsou racionální nutností).

Udržitelnost multimodální bezemisní mobility má tři dimenze:

- **environmentální** (bez fosilních paliv, bez klima poškozujících emisí CO₂, bez zdraví poškozujících emisí),
- **ekonomickou** (vyváženost nákladů a výnosů, efektivnost investic, energetická nenáročnost),
- **sociální** (dostupnost, kvalita).

Základní podmínkou udržitelnosti je **ekonomická udržitelnost**:

- bez ekonomické rovnováhy nelze splnit věčný cíl dekarbonizace, a tím zajistit environmentální udržitelnost mobility,
- bez ekonomické rovnováhy nelze zajistit mobilitu osob a věcí, a tím zajistit sociální udržitelnost mobility.

Dekarbonizace dopravy má dva základní kroky:

- **snížení energetické náročnosti** přepravy osob či věcí (kWh/os km, kWh/netto tkm) cestou zvýšení energetické účinnosti,
- **náhrada fosilních paliv** obnovitelnými zdroji energie.

Oba tyto kroky je potřebné vykonat **ekonomicky efektivně**.

Ekonomická efektivnost udržitelnosti

Pro potřeby hodnocení ekonomické efektivnosti dekarbonizace dopravy je nutno základní kroky dekarbonizace dopravy kvantifikovat

- snížení energetické náročnosti cestou zvýšení **energetické účinnosti**,
- náhrada fosilních paliv **obnovitelnými zdroji energie**.

Z principu nutnosti vyrovnání **energetické bilance** ($\sum \text{zdrojů energie} = \sum \text{spotřeby energie}$) vyplývá, že **úspory energie** mají stejnou hodnotu, jako **nové zdroje energie**.

Skutečnost, že **úspory energie jsou zdrojem energie** (a to bezemisním), platí i při posuzování investic do úspor energie:

- buď lze investovat do vytvoření **nového zdroje energie**,
- nebo lze investovat do **vytvoření nové úspory energie**.

Základním ukazatelem ekonomické efektivnosti úspor energie je **investiční náročnost nových ročních úspor energie (Kč/kWh/rok)**, doplněná údajem o **životnosti** předmětné investice.

Směrnou rozumnou (akceptovatelnou) hodnotou (výhodnější, než budování nových zdrojů) je investiční náročnosti nových ročních úspor energie do cca **75 Kč/kWh/rok** při životnosti investice do úspor energie 30 let (2,50 Kč/kWh),

Doplňkovým ukazatelem je **měrná emisivita úspor energie**. Směrnou rozumnou hodnotou je měrná emisivita úspor energie je **0,25 kg CO₂/kWh**, což je zhruba na úrovni kapalných ropných paliv (NM: 0,265 kg CO₂/kWh, BA: 0,246 kg CO₂/kWh,)

Financování dekarbonizace

Celkové investiční náklady na proces úplné (0 kg CO₂/rok) dekarbonizace dopravy osob a věcí v Č R na straně dopravních prostředků a infrastrukturního energetického zázemí pro jejich provoz budou činit (velmi hrubě odhadnuto) **přes 10 bilionů Kč**.

Taková částka vyžaduje nejen příslušně dlouhé časové období (horizont roku 2050), ale i vícezdrojové financování:

- **občané** (typicky: nákup individuálních dopravních prostředků),
- **podnikatelé mimo oblast dopravy** (typicky: nákup služebních dopravních prostředků),
- **podnikatelé v oblasti dopravy** (typicky: nákup dopravních prostředků veřejné dopravy),
- **veřejné rozpočty** (typicky: budování infrastruktury a nákup dopravních prostředků veřejné dopravy).

Podstatná je **kompatibilita dopravních prostředků a infrastrukturního energetického zázemí** pro jejich provoz z hlediska:

- technického,
- teritoriálního,
- časového.

Koordinace těchto aktivit a s nimi spojených finančních toků je důležitou součástí projektového řízení dekarbonizace dopravy.

Potenciál úspor energie v dopravě

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 vzbou (**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.



Role veřejné hromadné dopravy v multimodální mobilitě

Veřejná hromadná doprava, zejména kolejová s liniovým elektrickým napájením, se ve srovnání s individuální automobilovou dopravou vyznačuje řadou pozitivních vlastností:

- nižší energetická náročnost,
- nulové místní emise zdraví škodlivých látek,
- vyšší rentabilita investic do vozidel daná jejich vyšší produktivitou (denní doba využívání cca 14 až 20 hodin),
- vyšší rentabilita investic do vozidel daná jejich vyšším středním obsazením,
- nižší nároky na plochy komunikací pro jízdu,
- odpadá zábor veřejných ploch a exponovaných částech města pro parkování.

Proto má logiku **ve směrech přepravní poptávky zřizovat a provozovat veřejnou hromadnou dopravu**. Ve směrech silných a pravidelných přepravních proudů je veřejná hromadná doprava díky krátkým intervalům mezi spoji pro obyvatelstvo velmi atraktivní. A zároveň je **pro své vysoké zatížení ekonomicky vysoce efektivní**.

Pro společensky prospěšnou motivaci cestujících k preferenci veřejné hromadné dopravy před dopravou individuální **je nutno split dvě základní podmínky:**

- **kvalitativní:** veřejná hromadná doprava musí nabízet obyvatelstvu bezpečnost, spolehlivost, dochvilnost, rychlost a pohodlí a tím obyvatelstvo pozitivně motivovat k přirozené preferenci veřejné hromadné dopravy,
- **kvantitativní:** veřejná hromadná doprava musí disponovat dostatečnou přepravní kapacitou, aby dokázala přijmout přepravní poptávku při nesnížené úrovni kultury cestování (i kvantita je součástí kvality)

Silnice a železnice

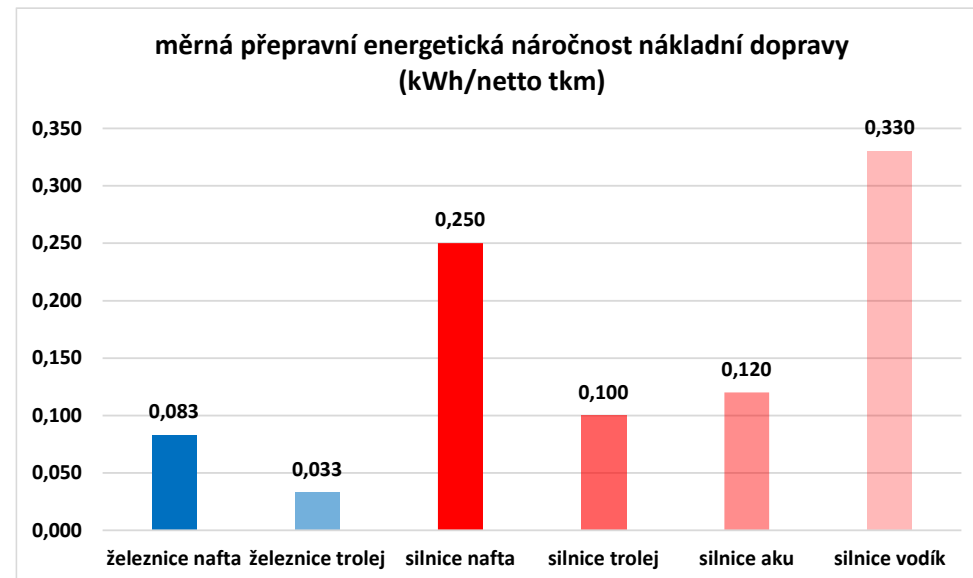
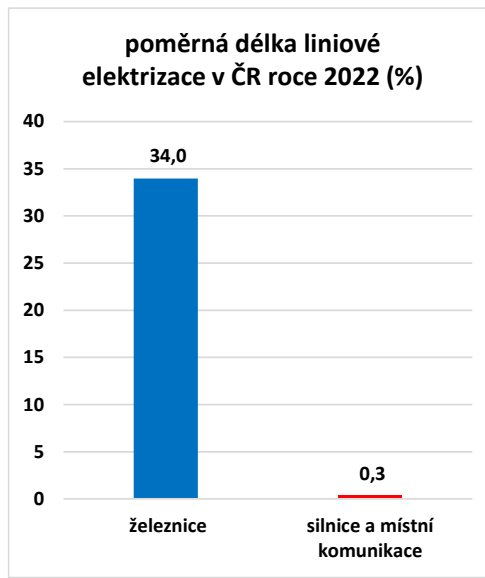
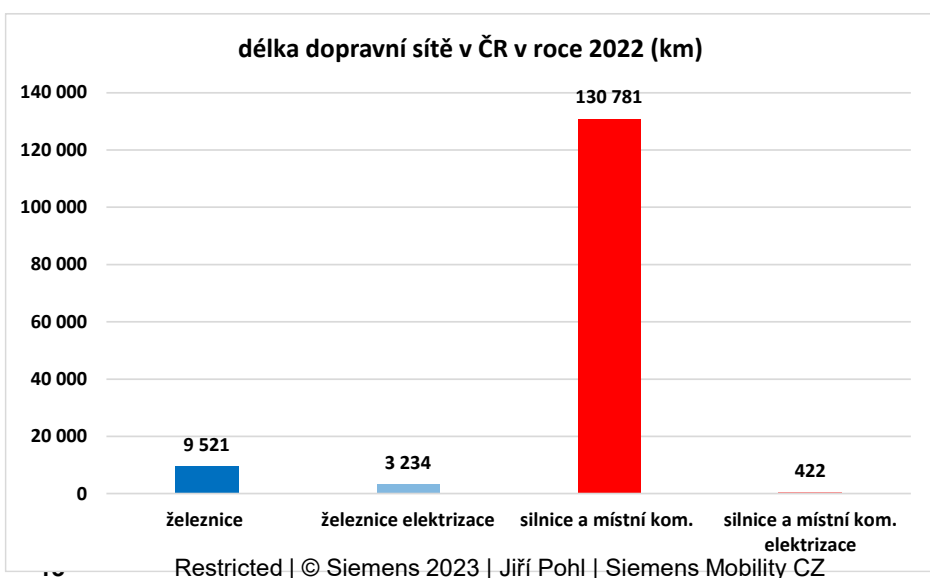
Na silniční a železniční dopravu je nahlíženo jako na dva konkurenční druhy dopravy a zpravidla i tak jednají. Není jednoduchá změnit myšlení lidí, ale budoucnost dopravy není v soupeření silniční a železniční dopravy, ale ve spolupráci silniční a železniční dopravy.

silniční doprava

- předností je rozsáhlá síť silnic a místních komunikací, plošně pokrývající celou plochu území,
- slabinou je vysoká energetický náročnost, vazba na fosilní paliva a chybějící (a nereálná) liniová elektrizace

železniční doprava

- předností je nízká energetický náročnost, nezávislost na fosilních palivech a rozvinutá liniová elektrizace
- slabinou řídká síť prakticky využitelných železnic, nepokrývající celou plochu území.



Moderní nákladní železniční doprava



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,
- výrazná úspora pracovních sil (řidičů)
- vysoce výkonné a vysoce účinné vysokonapěťové liniové elektrické napájení (bez limitu dojezdu, bez potřeby dopravovat těžké akumulátorové baterie, bez ztráty času nabíjením).

Železnice:

- nízký valivý odpor ocelových kol po ocelových kolejnicích, systematicky zlepšováno:
 - přesně uložené odporově svařované mohutné kolejnice UIC (60 kg/m)
 - hladký povrch kol (nezdrsněný brzdovými špalíky),
=> součinitel valivého odporu jen 0,8 ‰,
- nízký aerodynamický odpor dlouhých štíhlých vlaků, systematicky zlepšováno:
 - vlaky délky 740 m,
 - ucelené vlaky z tvarově stejných vozů,
- vysoká účinnost lokomotiv (frekvenčně řízené 3 AC trakční pohony, rekuperace brzdové energie),
- vysoká účinnost pevných trakčních zařízení (rozvoj systému 25 kV, měničové trakční napájecí stanice – dvoustranné napájení)
=> měrná spotřeba energie jen 0,015 kWh/brutto tkm

Kooperativnost a komplementárnost v nákladní dopravě

Smysluplným řešením dálkové nákladní dopravy **je kombinovaná doprava**, a to i v oblasti nejtěžších vozidel:

- první míle elektrický nákladní automobil s elektrochemickým akumulátorem,
- **dálková přeprava** liniově elektrizovanou železnicí,
- **poslední míle** elektrický nákladní automobil s elektrochemickým akumulátorem.

Pojmem míle je rozuměna vzdálenost do cca 50 km, neboť při té zvládne za osmihodinovou pracovní směnu obsloužit jeden řidič se svým automobilem **dva hvězdicovité svozy, respektive rozvozy**, v okolí multimodálního terminálu. Dojezd 200 km je technicky řešitelný i pro nejtěžší elektrické kamiony s akumulátorovými bateriemi (hrubá kombinovaná hmotnost GCV 44 t) bez toho, aby byla jejich ložná hmotnost neúměrně snižována instalací mohutné těžké akumulátorové baterie.

Zbývající část dne postačuje k tomu, aby byla jejich akumulátorová baterie **levně pomalu nabita** přímo v multimodálním terminálu z obyčejné zásuvky 3 x 400 V/63 A s velmi příznivým využitím sjednaného elektrického příkonu a bez potřeby zřizovat či využívat investičně a provozně drahé rychlonabíjecí stanice či další nabíjecí body.

Tento pracovní režim (200 km denně) **optimálně naplňuje všechny tři limity životnosti** akumulátorových baterií současných těžkých elektrických akumulátorových nákladních automobilů a vytváří podmínky **pro ekonomicky efektivní** využití 3 AC nabíjecí infrastruktury:

- 10 let,
- 800 000 km,
- 3 000 cyklů.

Elektrické nákladní automobily

Reálným stavem techniky jsou elektrické automobily schopné denně sloužit zhruba 200 km a v průběhu parkování mezi dny se ekonomicky výhodně pomalu nabít přímo v terminálu ze 3 AC distribuční sítě. Tedy bez potřeby využívat drahé vysoce výkonné rychlé nácestné nabíjecí stanice (ty jsou vnímány jakou nouzové řešení proti uvíznutí). Současné elektrické automobily jsou použitelné pro rozvážkovou službu v celém spektru hmotností zátěže a umožňují nahradit spalovací automobily v městských aglomeracích, kde je jejich přínos pro životní prostředí největší.



44 tun GCW

Dojezd až 300 km

Doba nabíjení: 2,5 h (DC) / 9,5 h (AC)

Kapacita baterií: 450–540 kWh / 5–6 baterií

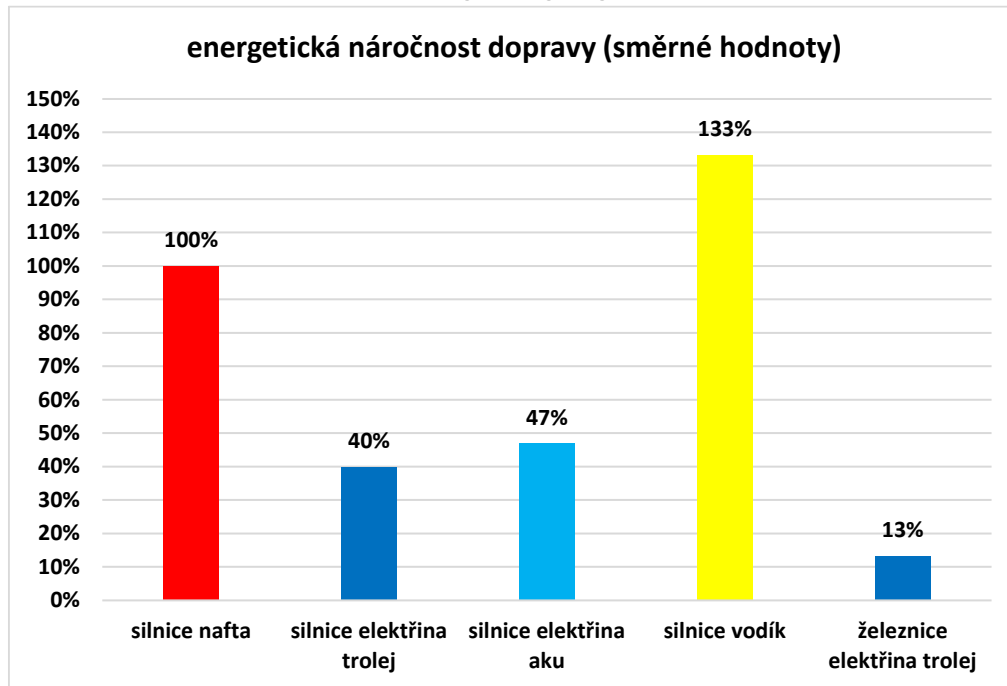
Potenciál železnice

Železniční doprava má ve srovnání se silniční dopravou zásadní energetické a environmentální výhody:

- má nízkou spotřebu energie, což je dáno nízkým valivým odporem (ocelová kola) a nízkým aerodynamickým odporem (dlouhá štíhlá vozidla, tvořící vlak),
- je z velké části elektrizována, tedy využívá vysokou účinnost trakčního pohonu, rekuperační brzdění, tichý čistý provoz a nezávislost na importu fosilních paliv.

Proto je logické zásadně zvýšit podíl železniční dopravy na přepravních výkonech:

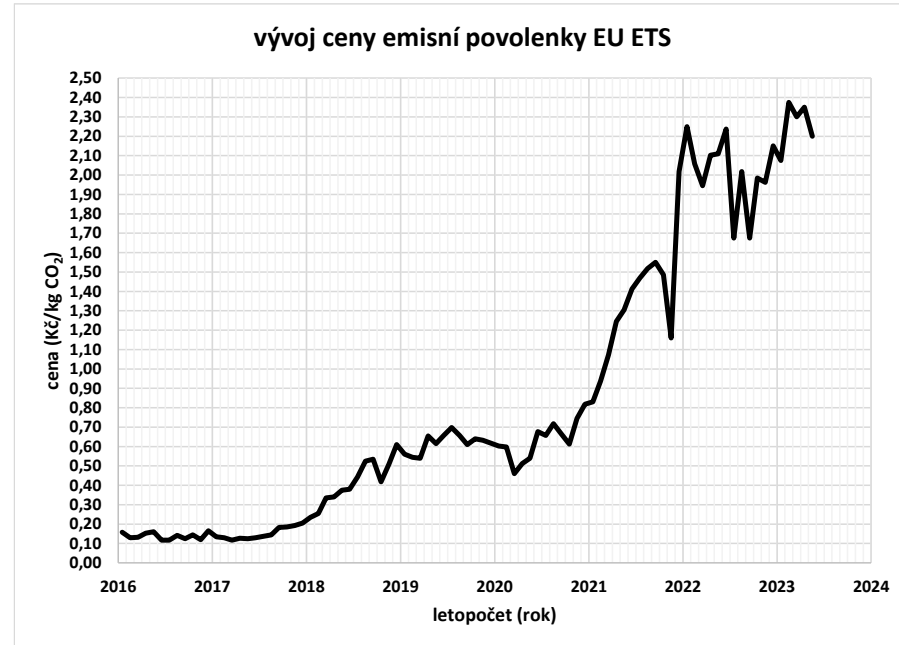
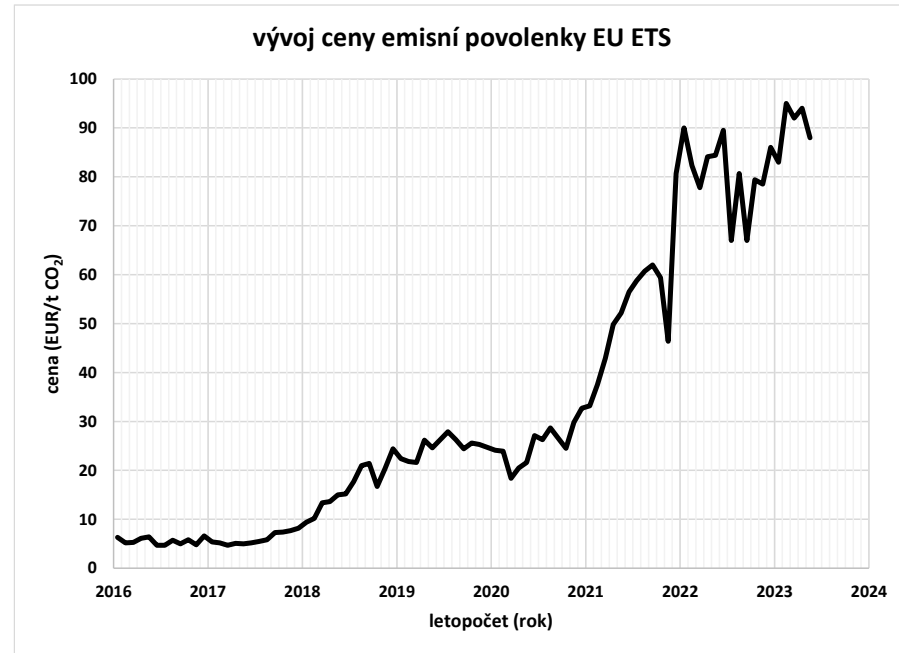
- zvýšit kvalitu a atraktivitu přepravní nabídky železniční dopravy,
- zvýšit kapacitu železniční dopravy, aby byla schopna zvládnout vyšší přepravní poptávku.



Emisní povolenky EU ETS

Nástrojem ke snížení emisí je systém obchodování s emisemi oxidu uhličitého EU ETS:

- 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 koupit si v odpovídajícím množství emisní povolenky,
- z výnosu z prodeje emisních povolenek mají být podle směrnice 2003/87/ES podporovány inovativní investice zaměřené k úsporám energie a emisí a to včetně „*podněcování k přechodu na ty způsoby dopravy, které produkují nízké emise uhlíku, a na veřejnou hromadnou dopravu*“. V ČR se tak dosud neděje většina výnosu z prodeje emisních povolenek **není účelově vázána a je podobně jako výnos z daní neadresným příjmem státního rozpočtu**. Řešením je **novela zákona č. 383/2005 Sb., navržená MŽP**, která dává zákon č. 383/2005 Sb. do souladu směrnice 2003/87/ES.
- cenu emisních povolenek určuje elasticita trhu, avšak je programově řízena snižováním vydávaného množství emisních povolenek lineárním redukčním faktorem (aktuálně o 2,2 %/rok). **Tržní cena emisních povolenek je tak vysoká, jak je potřeba k tomu, aby jak vysokou cenou fosilních paliv, tak i podporou inovativních investic poklesla spotřeba fosilních paliv ke snížení produkce CO₂ o 2,2 %/rok.**



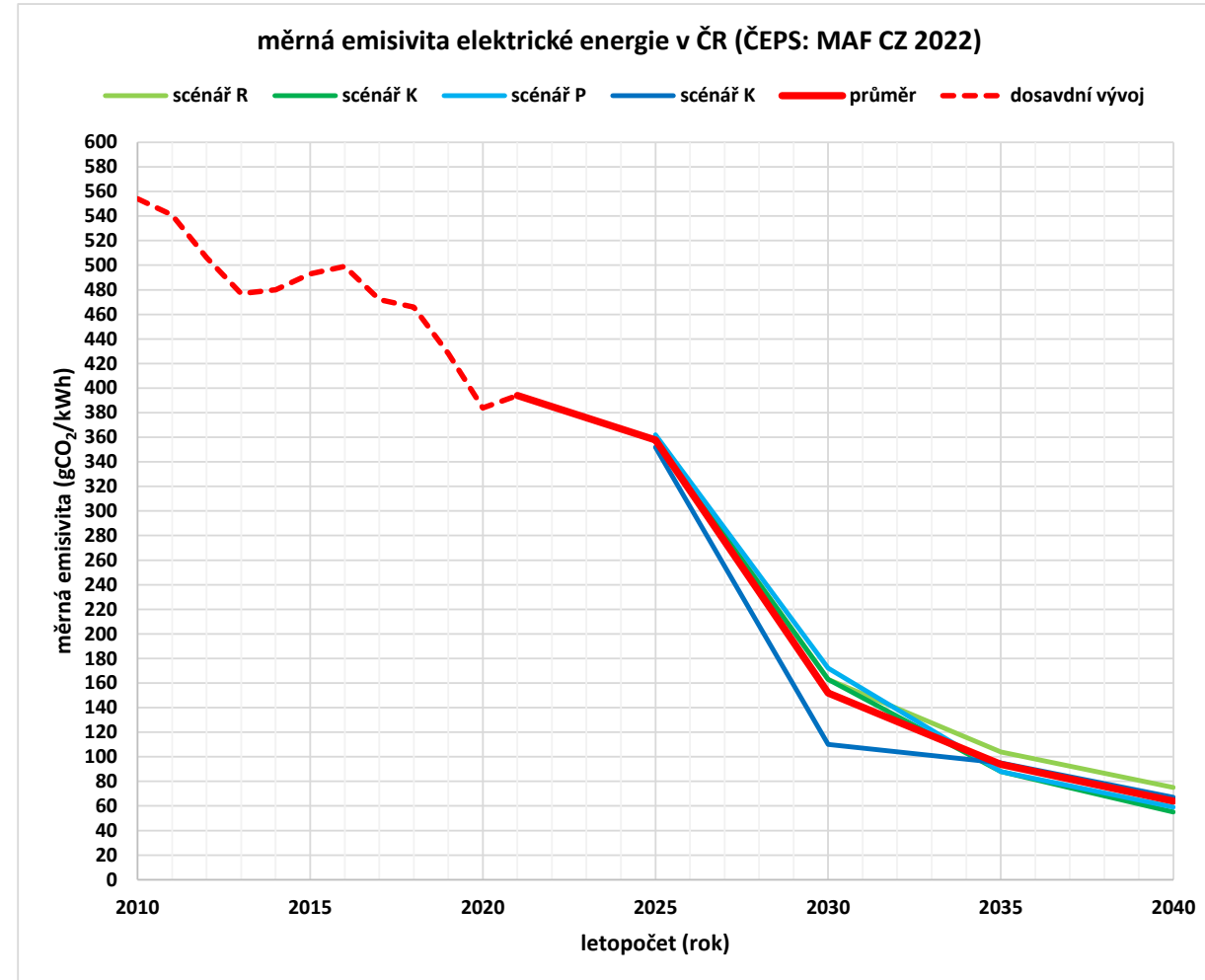
Emisivita výroby elektrické energie v ČR

Měrná emisivita výroby elektrické energie v ČR je programově radikálně snižována. Důvody jsou ryze ekonomické.

- Elektrárny spalující uhlí s měrnou emisivitou 0,36 kg CO₂/kWh a s účinností 36 % produkují elektrickou energii s měrnou emisivitou 1 kg CO₂/kWh.
- **To pro uhelné elektrárny při aktuální tržní ceně emisní povolenky EU ETS v úrovni kolem 80 EUR/t CO₂ (cca 2 Kč/kg CO₂) zvyšuje náklady na výrobu elektrické energie zhruba na trojnásobek, což činí uhelné elektrárny nekonkurenceschopnými.**
- Navíc podle zásad taxonomie již banky nepodporují investice do rozvoje těžby uhlí a souvisejících aktivit.
- Tyto ekonomické skutečnosti způsobují programový útlum uhelných elektráren. Ustává export elektrické energie (dosud cca 14 TWh/rok) a nahrazují je obnovitelné zdroje energie v kombinaci s paroplynovými elektrárnami, nezbytnými pro vykrytí volatility obnovitelných zdrojů.

Poznámka:

Radikální pokles měrné emisivity elektrické energie významně snižuje výrobní i provozní emise CO₂ elektrických vozidel.



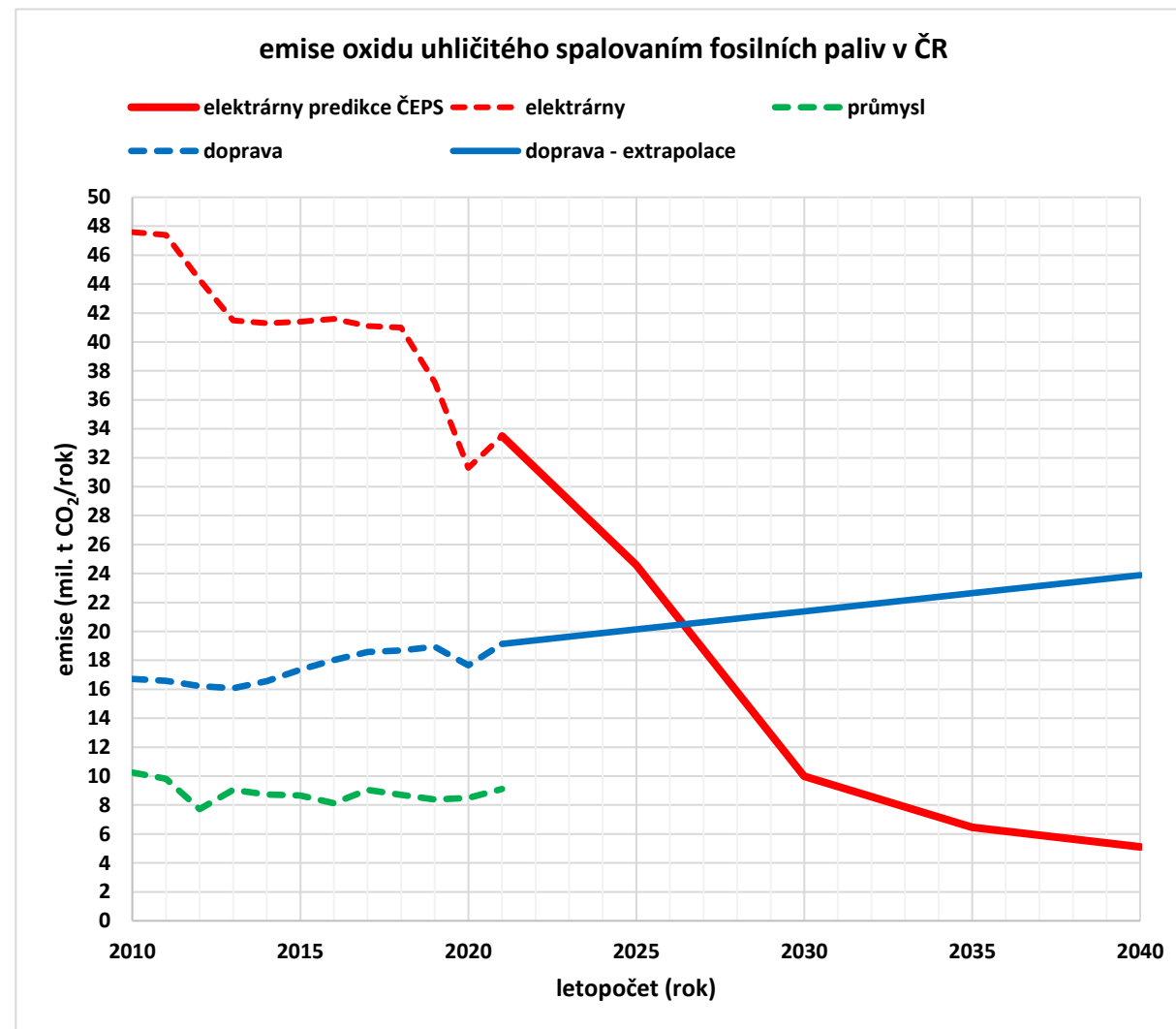
Dekarbonizace hospodářství ČR

Ve všech oborech lidské činnosti je cíleně snižována produkce emisí oxidu uhličitého spalováním fosilních paliv.

Dekarbonizaci energetiky výrazně akceleruje ekonomika: platby za emisní povolenky činí výrobu elektrické energie ve fosilních elektrárnách nekonkurenceschopnou vůči bezemisním obnovitelným zdrojům.

Pokud by v dopravě nenastala radikální změna, a nadále by ve velkém rozsahu využívala fosilní paliva, stala by se zhruba **v roce 2027 doprava největším producentem oxidu uhličitého v ČR.**

To by mimo jiné **vážně ohrozilo setrvání a rozvoj podnikatelských aktivit v ČR.** Při hodnocení udržitelnosti podle standardů nefinančního účetnictví ESG bude již od roku 2025 **uhlíková stopa dopravy vstupovat do uhlíkové stopy organizace** (podle ISO 14 064) a **do uhlíkové stopy produktu** (podle ISO 14067).



Motivace k dekarbonizaci dopravy

1. Ochrana klimatu

V energetice a v průmyslu je v ČR inovativními investicemi systematicky snižováno používání fosilních paliv a spolu s tím i produkce oxidu uhličitého. **Je neúnosné, aby se i nadále vyvíjela doprava zcela opačně,**

2. Ochrana zdraví

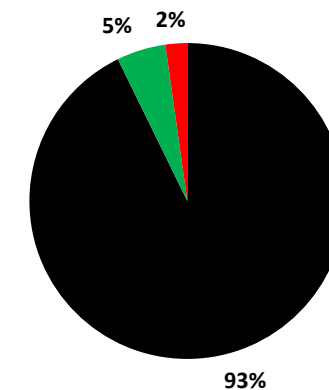
V ČR jsou systematicky snižovány emise zdraví škodlivých látek z lokálních topenišť a z průmyslové výroby. Doprava za tímto trendem zaostává. **Ve městech se doprava stala dominantním (až 90 %) znečišťovatelem ovzduší zdraví škodlivými látkami** (oxidy dusíku NO_x, polyaromatické uhlovodíky PAH, prchavé organické látky VOC a jemné prachové částice PM).

3. Ochrana míru

93 % spotřeby energie pro dopravu činí v ČR importovaná fosilní paliva. **Země EU nemají vlastní zdroje ropy a dovážejí 99 % ropy**, respektive ropná paliva, a to zpravidla z problematických zemí. To je činí nesvobodnými a vydíratelnými. Proti svému přesvědčení financují dovozem ropy vyzbrojování agresivních armád, které si nepokrytě kladou cíl je dobýt a získat.

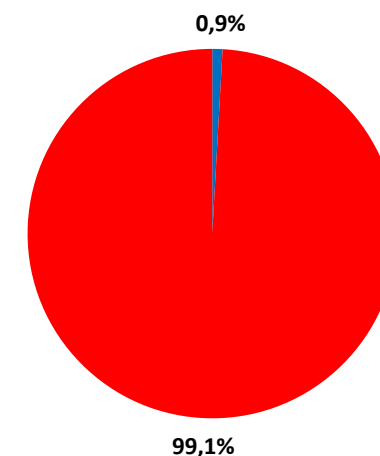
struktura spotřeby energie pro dopravu v ČR v roce 2019 (celkem 100 %)

■ importovaná fosilní paliva ■ biopaliva ■ elektřina



ropná bilance zemí EU

■ vlastní zdroje ■ dovoz



Rozšíření systému emisních povolenek EU ETS na domácnosti a dopravu

Současný stav ve zpoplatnění produkce 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, zatím co 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 zdravými škodlivými látkami (NO_x, PM, PAH, VOC, ...).

Tato nedůslednost působí velmi silně proti dekarbonizaci dopravy, neboť diskriminuje uživatele bezemisních elektrických vozidel:

- v ceně elektrické energie jsou zahrnuty emisní povolenky, neboť ty zvyšují cenu silové elektrické energie z uhelných elektráren na trojnásobek,
- v ceně automobilového benzínu (2,45 kg CO₂/litr), motorové nafty (2,45 kg CO₂/litr) a zemního plynu (2,79 kg CO₂/kg) nejsou dosud zahrnuty emisní povolenky.

Tato diskriminace elektrické vozby bude odstraněna až od roku 2027, kdy bude v zemích EU pro domácnosti a dopravu vytvořen samostatný obchodní systém emisních povolenek EU ETS 2.

V závislosti na cenové elasticitě tržní poptávky po fosilních palivech se bude měnit 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. Toto tempo je určováno lineárním redukčním faktorem, který stanoví roční snižování množství vydávaných emisních povolenek.

Cena tržní povolenky bude vytvořena elasticitou trhu (zpočátku s limitem 45 EUR/t CO₂). Po roce 2030 bude systém EUETS 2 sloučen se systémem EU ETS. Fosilní paliva budou tak drahá, jak velké zdražení je pro obyvatelstvo potřebnou motivací k dodržení stanoveného tempa snižování jejich spotřeby.

V roce 2050 již nebudou vydány žádné emisní povolenky, doprava již nedostane žádná fosilní paliva, bude muset fungovat i bez nich.

Udržitelná bezemisní multimodální mobilita

Základní zadání pro dopravu je jednoduché: **v roce 2050 nebude mít doprava k dispozici žádná fosilní paliva.**

Pro fungování společnosti je potřeba zajistit dopravu osob a věcí bez fosilních paliv.

To by v nejjednodušším případě (prostá záměna spalovacích vozidel elektrickými) znamenalo náhradu současných cca 82 TWh/rok uhlovodíkových paliv cca 33 TWh/rok elektrické energie (**redukční poměr 2,5 je dán poměrem vyšší účinností elektrického pohonu a nižší účinností spalovacího pohonu**).

Rozšířené zadání pro dopravu je komplexnější:

- radikálněji snížit energetickou náročnost dopravy, aby nepotřebovala tolik elektrické energie,
- vysokorychlostním železničním systémem zrychlit meziměstskou dopravu ze 160 km/h na 320 km/h s cílem zapojit celou plochu území ČR do systému tvorby a spotřeby hodnot (přeměnou monocentrické struktury osídlení na polycentrickou),
- humanizovat města, zvýšit kvalitu bydlení a žití ve městech převedením zbytné části automobilové dopravy na veřejnou hromadnou dopravu, jízdní kola a pěší chůzi, radikálním snížením počtu parkujících automobilů ve veřejném prostoru,
- odlehčit silniční síť, převést dálkovou nákladní dopravu ze silnic a dálnic na železnice.

Převedení přeprav ze silnice na železnice přináší další redukční poměr, a to v hodnotě 3 (vliv nižšího odporu valení ocelových kol na ocelových kolejnicích ve srovnání s odvalováním pneumatik po vozovce a nižšího aerodynamického odporu dlouhých štíhlých v těsném zákrytu jedoucích vozidel ve srovnání s krátkými automobily).

V součinu obou redukčních poměrů lze při náhradě spalovacích automobilů elektrickou železnici dosáhnout výsledný redukční poměr energetické náročnosti dopravy $2,5 \cdot 3 = 7,5$. Pokles spotřeby energie ze 100 % na pouhých 13 % (úspora 87 %) je důvodem základní orientace udržitelné mobility na tento trend.

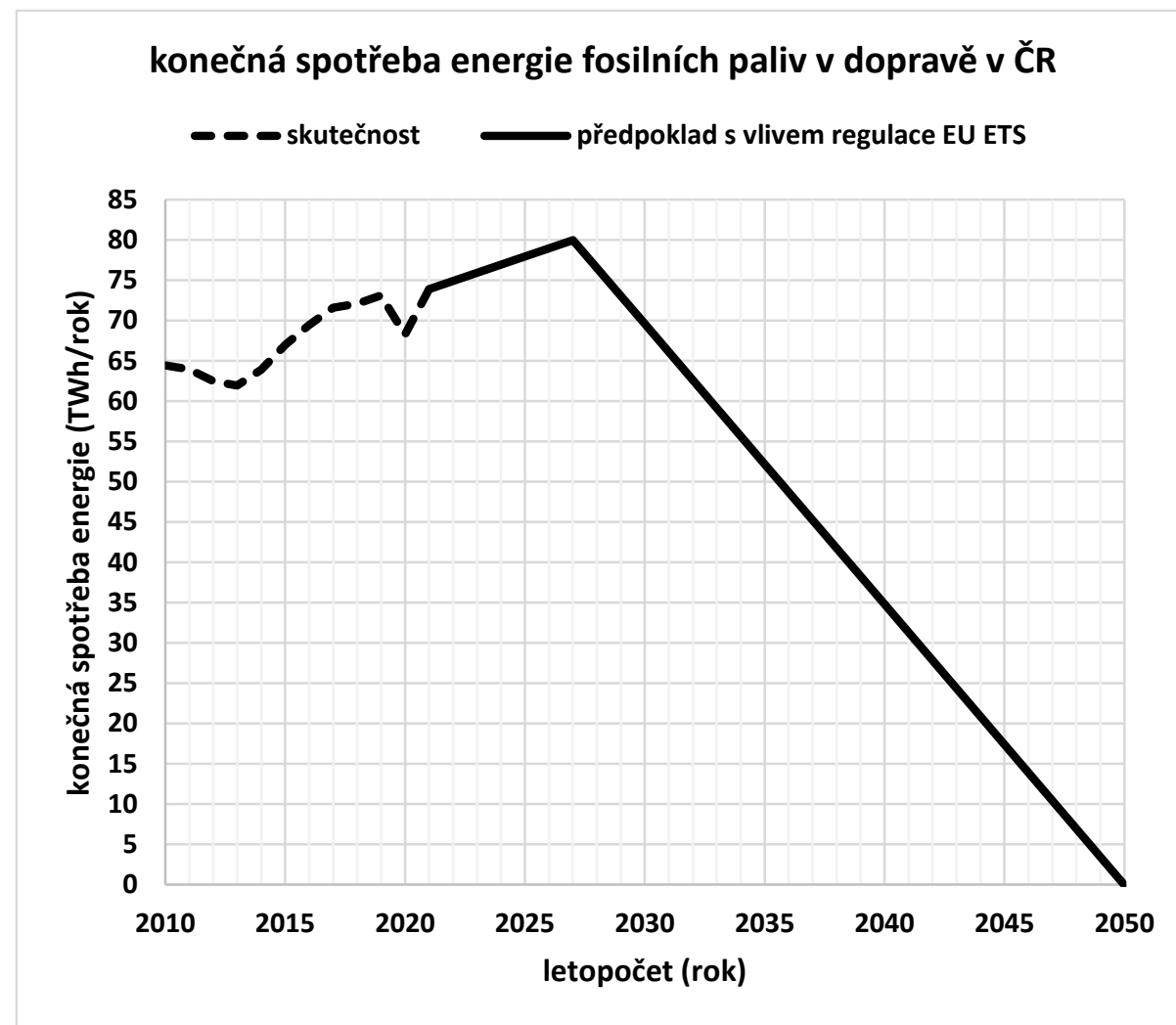
Řízení dekarbonizace dopravy systémem EU ETS

Proces dekarbonizace (odklon od používání fosilních paliv) je v zemích EU řízen systémem emisního obchodování EU ETS, do kterého budou (vytvořením subsystému EU ETS 2) zahrnuta od roku 2027 zahrnuta i fosilní paliva pro dopravu.

Množství na trhu obchodovatelných fosilních paliv je limitováno počtem ročně vydávaných emisních povolenek oxidu uhličitého. **Trajektorie poklesu množství na trhu obchodovatelných fosilních paliv je řízena lineárním redukčním faktorem, který určuje tempo snižování množství ročně vydávaných emisních povolenek oxidu uhličitého.**

Je v zájmu spotřebitelů fosilních paliv se této trajektorii přizpůsobit svými inovačními aktivitami, které vedou k poklesu spotřeby energie cestou zvyšování energetické účinnosti a odklonem od používání fosilních paliv.

V opačném případě by byla elasticita trhu velmi malá a výsledkem by byla vysoká tržní cena emisních povolenek, restriktivně motivující spotřebitele k úspornému chování.



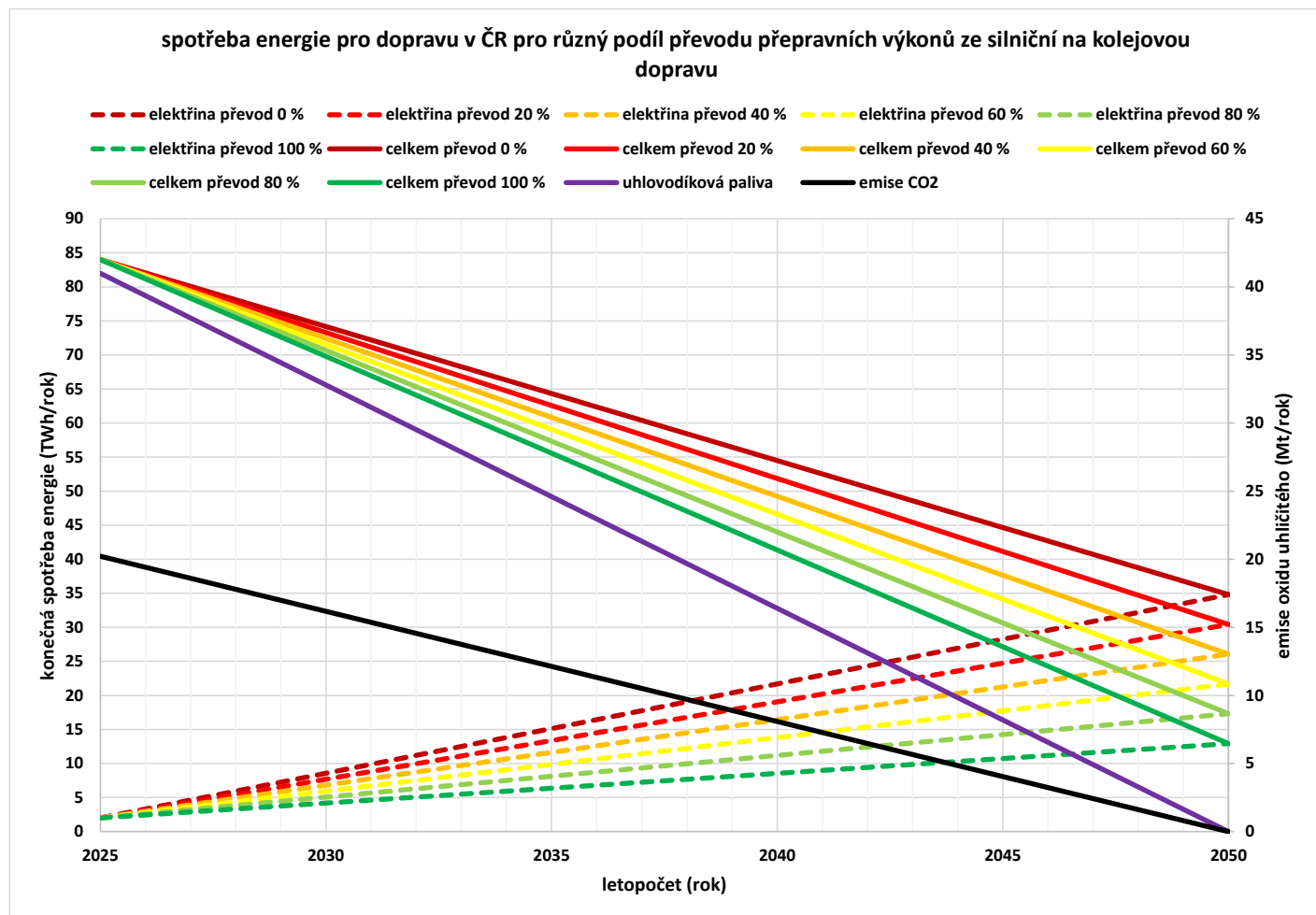
Přechod z fosilní na bezemisní mobilitu

Do roku 2050 skončí použití fosilních paliv v dopravě a spolu s tím i produkování emisí oxidu uhličitého.

Při náhradě uhlovodíkových paliv elektrickou energií dojde vlivem odklonu od používání spalovacích motorů (nízká účinnost, neschopnost rekuperovat brzdou energii) **též k zásadnímu snížení spotřeby energie pro dopravu na cca 40 %.**

Další snížení spotřeby energie pro dopravu (na 13 %) přináší zvýšení energetické účinnosti dopravy **převodem přeprav ze silniční dopravy na kolejovou dopravu s menším odporem valení a s menším aerodynamickým odporem.**

Spotřeba (elektrické) energie pro dopravu bude o to nižší, čím více přepravních výkonů se podaří převést ze silniční do kolejové dopravy.

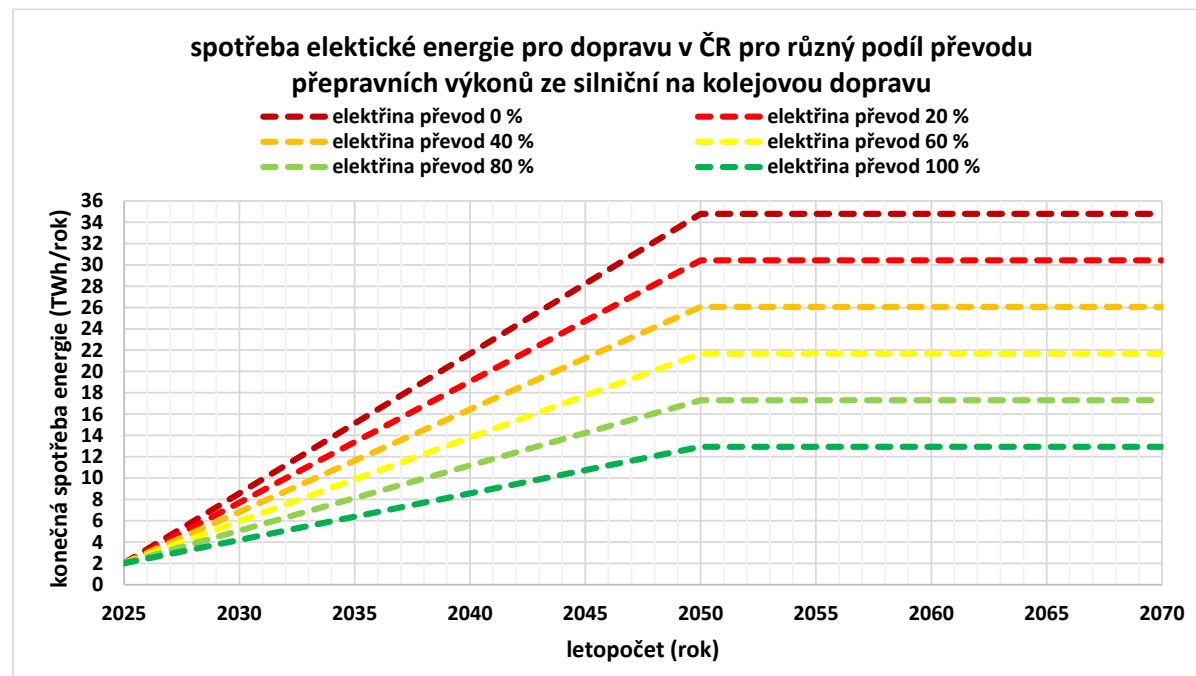
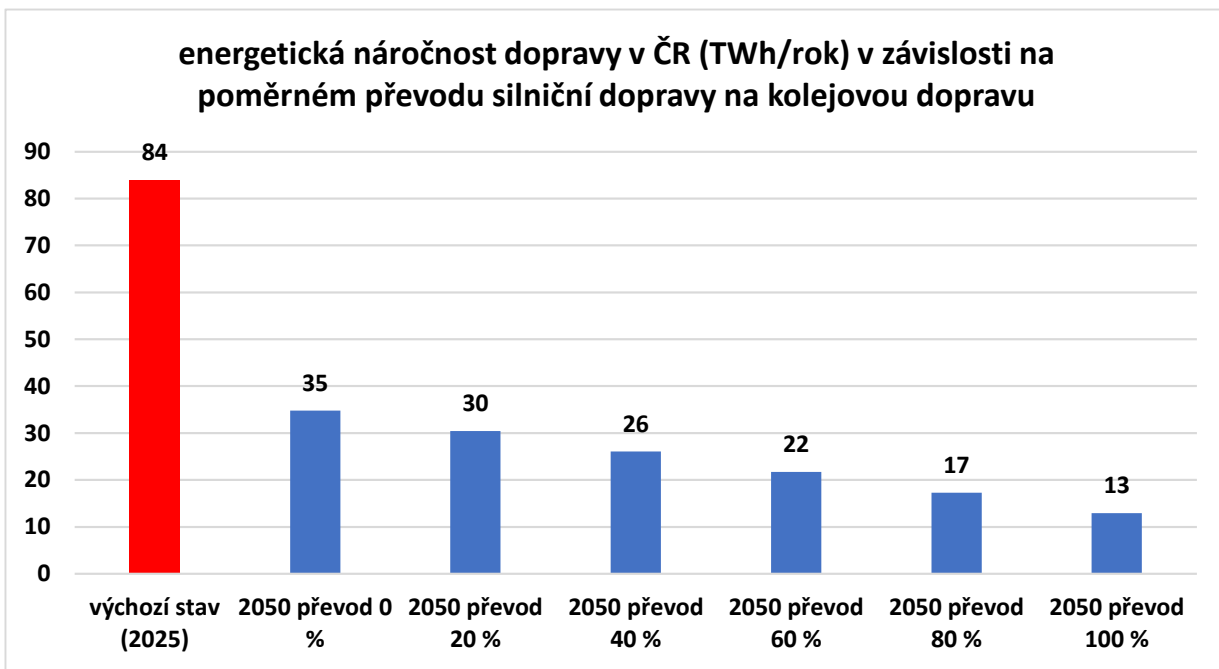


výchozí bod 2025: 82 TWh/rok uhlovodíková paliva + 2 TWh/rok elektrina
cílový bod 2050: 0 TWh/rok uhlovodíková paliva + 13 až 35 TWh/rok elektrina

Přechod z fosilní na bezemisní mobilitu

V dopravě jsou tradičně hodnoceny **čtyři externality**: hluk, nehody, emise oxidu uhličitého a emise zdraví škodlivých látek. Poslední dvě v procesu dekarbonizace dopravy postupně zanikají. Nahrazuje je **nová externalita dopravy: měrná energetická náročnost přepravy** (kWh/os km, respektive kWh/netto tkm), neboť energie pro dopravu je získávána vně dopravního systému. Logickým cílem je minimalizace energetické náročnosti dopravy a tím i minimalizace externích vlivů dopravy životní prostředí prostřednictvím zařízení pro získávání elektrické energie.

Minimalizací energetické náročnosti dopravy cestou extramodálních úspor energie (převod dopravy ze silnic na železnice) vyžaduje investice do zvýšení výkonnosti železnic, ale **zásadním způsobem (na 1/3) snižuje nároky na budování nových elektráren, přenosových i distribučních sítí.**



Přechod z fosilní na bezemisní mobilitu

Průběh dekarbonizace dopravy v ČR:

- **mezi roky 2025 a 2050 klesne spotřeba uhlovodíkových paliv v dopravě z 82 TWh/rok na nulu a tedy i produkce emisí oxidu uhličitého dopravou klesne z 20 Mt/rok na nulu:**
 - od roku 2027 budou emisní po povolenky EU ETS rozšířeny i na dopravu a lineárním redukčním faktorem bude počet vydávaných emisních povolenek každoročně snižován tak, že v roce 2050 již nebude vydána žádná – fosilní paliva nebude možno v dopravě používat, ale dopravu je potřeba zajistit,
 - již kolem rokem 2030 ukončí výrobci osobních automobilů produkci spalovacích automobilů,
 - nezvýšeným tempem prosté reprodukce (240 000 nových osobních automobilů/rok) dojde v ČR v průběhu 26 let (2025 až 2050) k **přirozené obměně** parku 6 300 000 spalovacích automobilů elektrickými. Zhruba 80 % nových osobní automobilů nakupují v ČR firmy a ty budou podle ESG silně motivovány ke snížení uhlíkové stopy organizace (ISO 14 064) a uhlíkové stopy produktu (ISO 14 067).
- **potřebné množství energie pro dopravu (výhradně elektrické) v roce 2050 bude, v závislosti na množství převedených přeprav ze silniční dopravy na kolejovou dopravu, činit jen 13 až 35 TWh/rok:**
 - zásadním nástrojem ke snížení energetické náročnosti dopravy osob je z kvalitativních i kapacitních důvodů budování železniční systému Rychlých spojení (jeho vysokorychlostní (320 km/h) i konvenční (200 km/h) části) k propojení krajských měst uvnitř ČR i ČR s okolními státy EU,
 - pro převedení přeprav osob i věcí ze silnice na kolejovou dopravu je důležitá multimodalita – vytvoření parku vozidel i infrastrukturního logistického a energetického zázemí pro kombinovanou dopravu: terminály, autonomní vozidla, infrastrukturní energetické zázemí pro bezemisní vozidla.

Multimodální mobilita

Dosavadní pojetí dopravy, založené jak v oblasti dopravy osob, tak i v oblasti dopravy věcí, na dominantním podílu automobilové dopravy, zajišťované vozidly poháněné spalovacími motory, je již v horizontu nejbližších let neudržitelný:

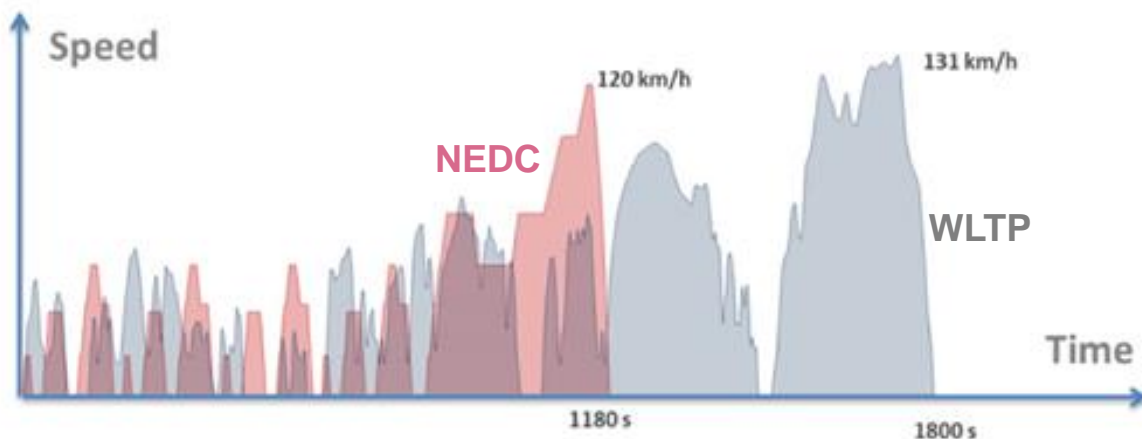
- doprava patří spotřebou přes 80 TWh/rok největším konečným spotřebitelem energie v ČR,
- spotřeba energie v dopravě vydatně roste (zhruba o 3 % ročně),
- energie pro dopravu je z 93 % tvořena fosilními palivy, importovanými zejména z rizikových zemí,
- doprava produkuje spalováním fosilních paliv 20 mil. tun CO₂/rok, to je více než dvojnásobek oproti průmyslu,
- ztrátové teplo spalovacích motorů dopravních prostředků v úrovni cca 52 TWh/rok násobně převyšuje produkci tepla dodávaného teplárnami svým odběratelům.

Náhradu za současné pojetí dopravy je multimodální udržitelná mobilita. Je založena jak v oboru přepravy osob, tak i v oboru přepravy věcí na výhradním použití elektrických vozidel (prioritně s liniovým elektrickým napájením, doplňkově se zásobníky energie) a jejím základním principem jsou **kooperativnost (schopnost spolupracovat) a **komplementárnost** (schopnost se doplňovat) jednotlivých druhů dopravy:**

- v směru **silných a pravidelných přepravních proudů** veřejná hromadná doprava, zejména kolejová a zejména s liniovým elektrickým napájením, neboť se vyznačuje nízkou energetickou a plošnou náročností (avšak vyžaduje vybudování a provozování investičně náročného systému)
- v směru **slabých a nepravidelných přepravních proudů** individuální doprava, zajišťovaná zpravidla elektrickými vozidly se zásobníky energie, neboť ne vyžaduje vybudování a provozování investičně náročného systému (avšak za cenu vyšší energetické i plošné náročnosti).

Každý druh dopravy má logiku používat tam a jenom tam, kde převažují jeho výhody nad nevýhodami.

Fyzikální limity automobilu

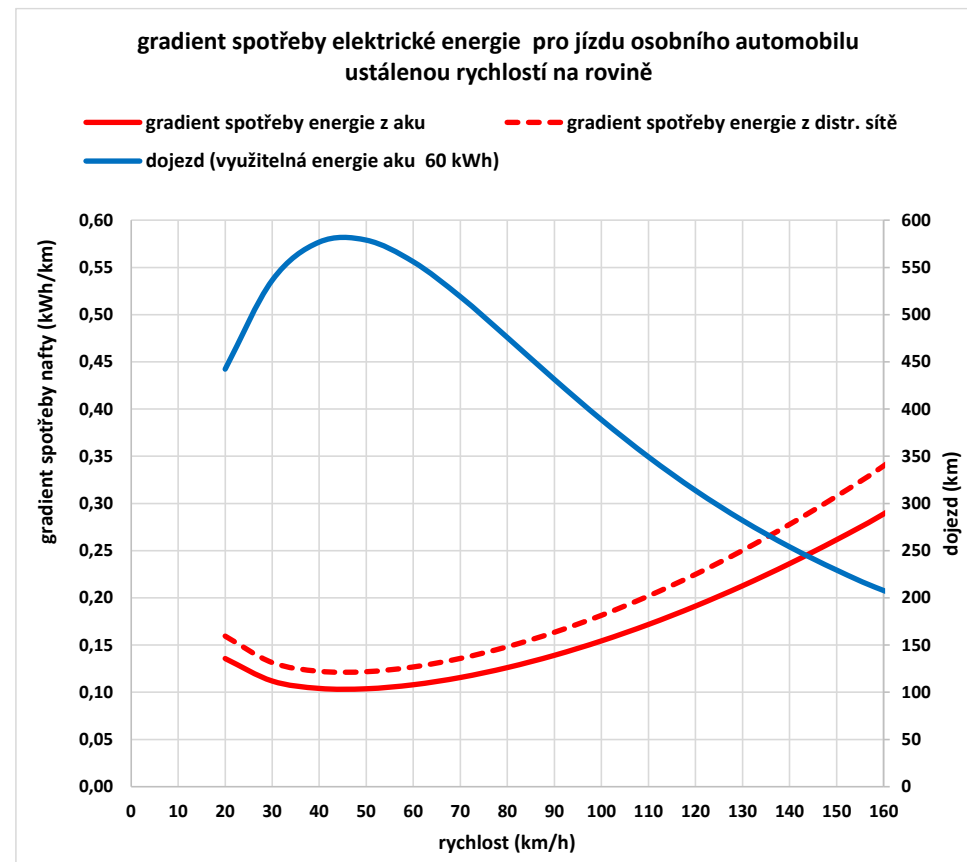


Náhrada spalovacích automobilů elektrickými přináší z hlediska energetiky tři benefity:

- zásadní (cca 2,5násobné) **zvýšení energetické účinnosti**,
- schopnost **doplňovat zásoby energie kdekoliv, a to i v průběhu parkování**,
- schopnost využívat kinetickou a potenciální energii k **rekuperačnímu zastavovacímu a spádovému brzdění**.

Rekupační brzdění zásadním způsobem **snižuje energetickou náročnost elektrického automobilu** v městském provozu, který je pro praktické použití automobilů typický (v ČR průměru ujede osobní denně 29 km). Běžném provozu osobního automobilu odpovídá **testovací cyklus WLTP se střední cestovní rychlostí 46 km/h**, který byl vytvořen na základě statistických analýz reálného provozu osobních automobilů.

Avšak dva základní systémové energetické nedostatky automobilu, kterými jsou vysoký **valivý odpor pneumatik po vozovce** a vysoký aerodynamický odpor samostatně jedoucích krátkých vozidel výměna pohonu neřeší. **Aerodynamický odpor roste s druhou mocninou rychlosti** a spolu s ním roste spotřeba energie potřebné k jeho překonání. To se mimo jiné projevuje i **radikálním poklesem dojezdu při vyšších rychlostech**. Individuální doprava není fyzikálně vhodná pro rychlé cestování, jde o **extenzivní způsob pohybu vzdušným prostředím**.



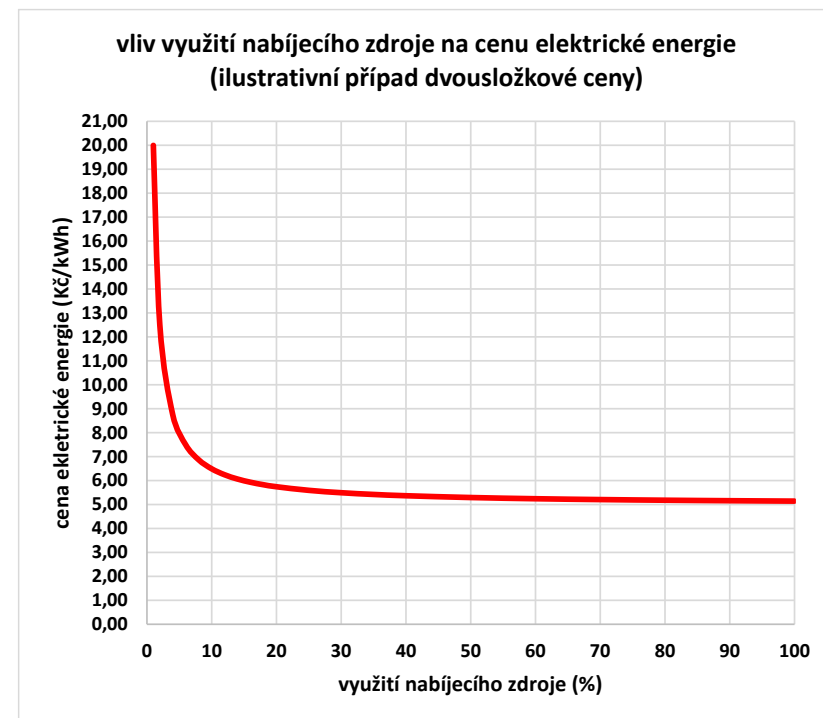
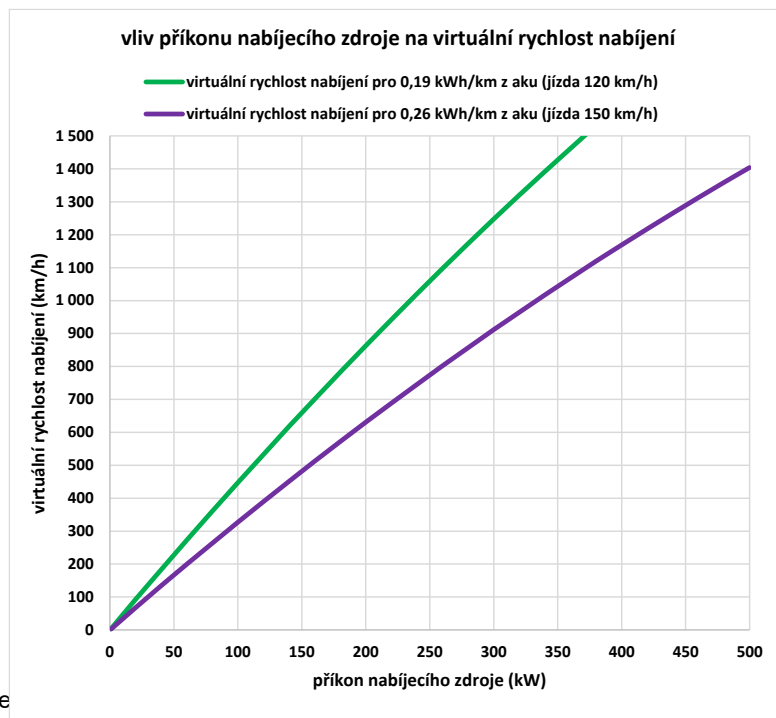
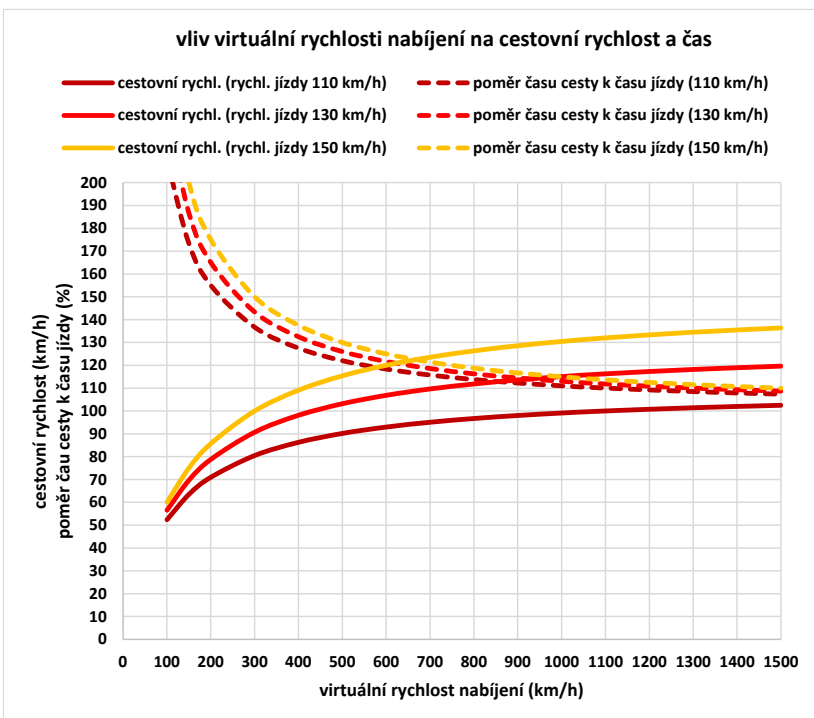
Nácestné nabíjení

Zkušenost ukazuje, že nevíce využívaným (80 % až 90 %) je **pomalé nabíjení při parkování**. Je levné, příznivé pro akumulátorovou baterii i pro distribuční síť a pro zdroje (zejména volatilní). I když je pomalé, tak **nezdržuje cestování automobilem**.

Při dlouhých cestách je však nácestné nabíjení nezbytné. Proto jsou budovány nácestné nabíjecí stanice (viz AFIR). Je však potřeba respektovat jeho důsledky:

- nácestné nabíjení snižuje poměr mezi cestovní rychlostí a technickou rychlostí jízdy, roste poměr mezi dobou cesty a dobou jízdy. Opatřením k potlačení těchto efektů je **vysoká virtuální rychlost nabíjení**, tedy poměr mezi nabíjecím výkonem (kW) a gradientem spotřeby energie (kWh/km),
- vysoká virtuální rychlost nabíjení vyžaduje **vysoký nabíjecí výkon**, což není příznivé ani pro akumulátorovou baterii, ani pro elektrickou síť,
- nabíjení vysokým výkonem **není levné**. To je objektivně dáno jak vysokými investičními náklady, tak i **platbou za rezervovaný výkon**.

Nácestné nabíjení je **nouzovým řešením pro výjimečné jízdy, nikoliv systémovým řešením pro pravidelné jízdy**.



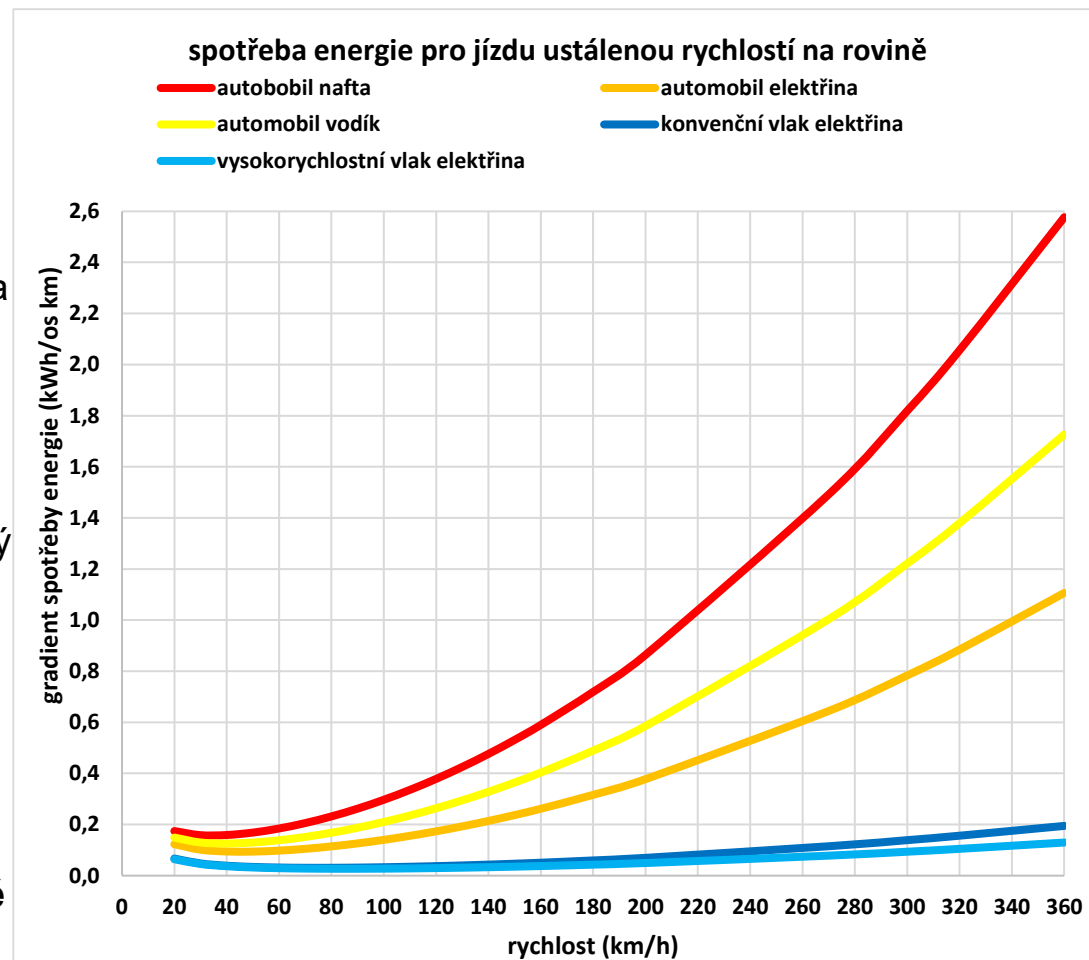
Vlakem rychle na větší vzdálenosti, automobilem první a poslední míli

Pro cestování mezi městy vzdálenými ve stovkách kilometrů je **automobil příliš pomalý, jízda rychlostí nejvýše 120 až 150 km/h vede k velmi dlouhé a únavné době cesty**. A to bez produktivního využití času, neboť při běžném obsazení automobilu 1,3 osobami je 77 % cestujících zaměstnáno řízením.

K vytvoření funkční polycentrické struktury osídlení je potřeba, aby při jednodenních pracovních či volnočasových návštěvách měst vzdálených 300 km až 600 km nebyla doba strávená jízdou tam a zpět delší, než vlastní pobyt v navštíveném městě. K tomu **je nutná rychlost jízdy alespoň 200 až 300 km/h**.

Jak z bezpečnostních důvodů (automobily jsou řízeny manuálně a většinou neprofesními řidiči), tak z energetických důvodů je automobil k jízdě rychlostí 200 až 300 km/h v praxi nepoužitelný. Automobil je málo štíhlý a krátký, jeho aerodynamický odpor (úměrný druhé mocnině rychlosti jízdy) je ve vztahu k nízkému počtu přepravovaných osob neakceptovatelně vysoký, spotřeba energie by byla extrémně vysoká.

Díky dlouhým aerodynamicky výhodným tvarům železničních vozidel jedoucím v těsném zákrytu (tvořících vlak), vysoké účinnosti elektrického trakčního pohonu a vyššímu střednímu obsazení a malému odporu valení dosahují vysokorychlostní železniční elektrické trakční jednotky **při jízdě rychlostmi kolem 300 km/h výrazně nižší spotřebu energie na přepravenou osobu než osobní automobily** jedoucí rychlostí jen 120 až 150 km/h.

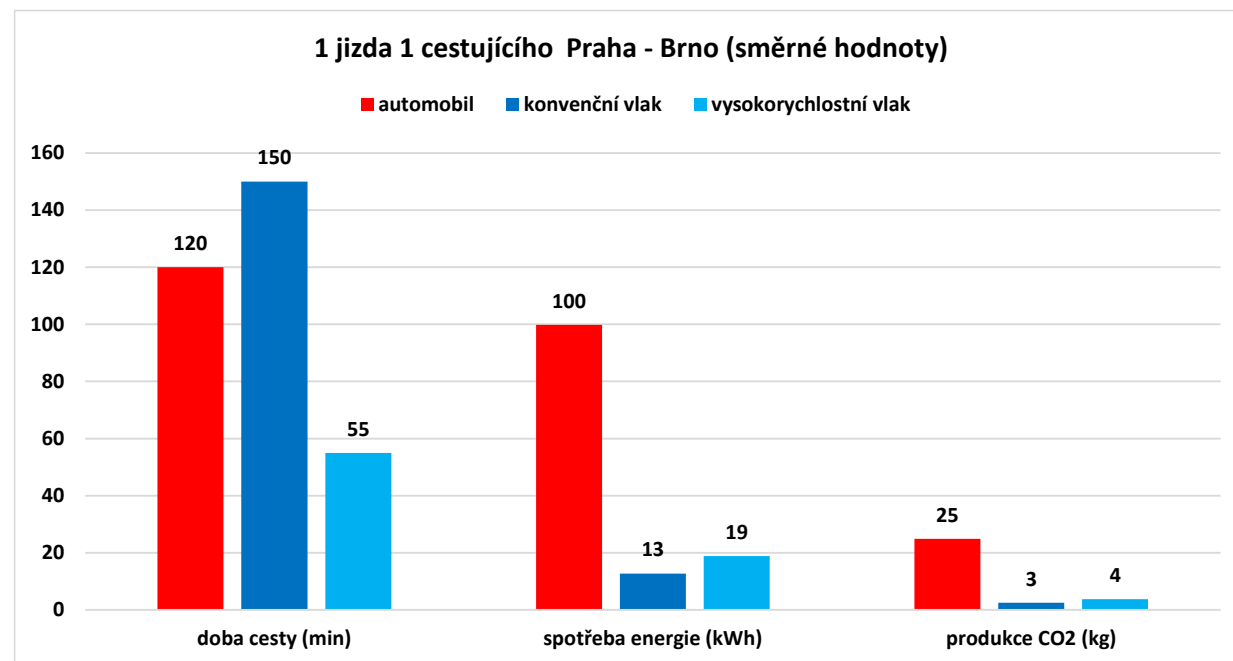


Vysokorychlostní železnice Praha – Brno (- Wien / Bratislava – Budapest)

Není důvod ztrácet čas (2 hodiny) a energii (**100 kWh** při produkci **25 kg CO₂** na osobu při středním obsazení 1,3 osoby na vůz) jízdou automobilem s rychlostí 130 km/h z Prahy do Brna.

Vysokorychlostní vlak to zvládne s rychlostí 300 km/h za **55 minut (centrum – centrum)**, respektive za **45 minut** (terminál P + CH + R Nehvizdy – terminál P + CH + R Vídeňská) **k práci využitelného času (train office)**.

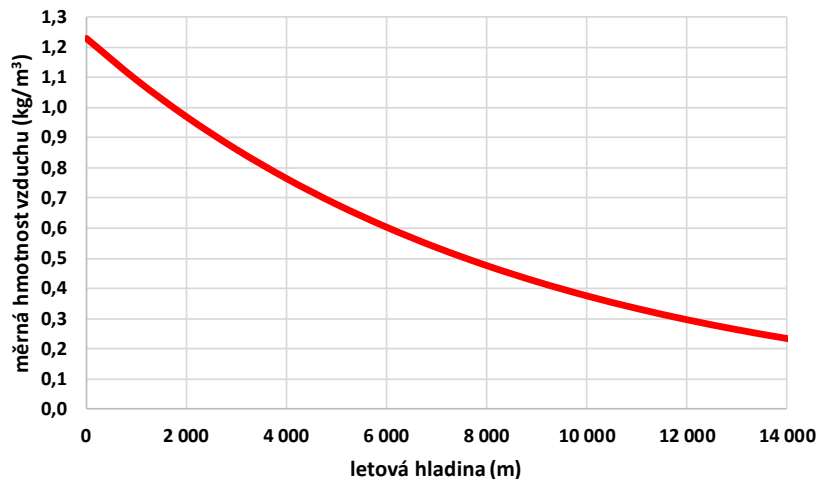
Při 50 % obsazení spotřebuje na osobu jen **19 kWh** energie s produkcí **4 kg CO₂** (perspektivně z OZE: 0 kg CO₂).



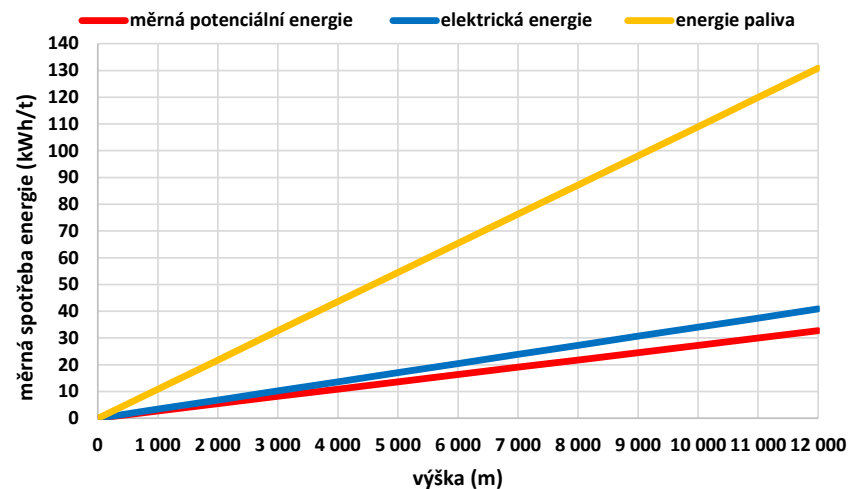
Energetická náročnost letecké dopravy

- K docílení výhodných aerodynamických podmínek letu je potřeba po startu zvednout letadlo do výšky cca 12 km, kde je měrná hmotnost a tedy i odpor vzduchu čtyřikrát nižší než nad povrchem Země ($0,3 \text{ kg/m}^3$ proti $1,2 \text{ kg/m}^3$). To však vyžaduje **vytvořit potenciální energii 33 kWh na 1 t hmotnosti letadla**, tepelný letecký motor při tom spotřebuje cca 130 kWh energie paliva na 1 t.
- Nízká měrná hmotnost vzduchu se sebou nese kromě žádoucího poklesu odporu vzduchu na jednu čtvrtinu i nechtěný pokles vztlakové síly působící na křídla letadla. Pro udržení letadla v této výšce proto musí letadlo letět dostatečně rychle, zhruba rychlostí 900 km/h. Po startu je proto nutno letadlo urychlit na rychlost cca 900 km/h, což vyžaduje **vytvořit kinetickou energii 9 kWh na 1 t hmotnosti letadla**. Tepelný letecký motor při tom spotřebuje cca 35 kWh energie paliva na 1 t hmotnosti letadla.
- V součtu je k vytvoření podmínek letu potřebná spotřeba energie $35 + 130 = 165 \text{ kWh}$ energie paliva na 1 t hmotnosti letadla.
- Elektrická energie 165 kWh/t stačí **vysokorychlostnímu vlaku jedoucího rychlostí 300 km/h k dopravě na vzdálenost cca 3 600 km**.

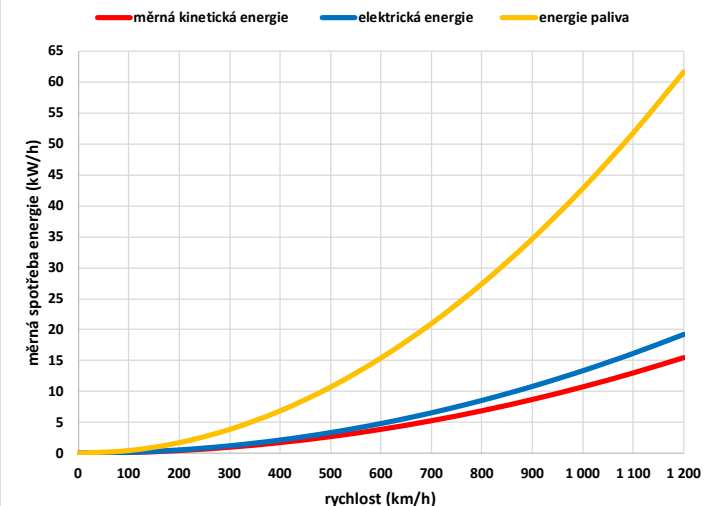
měrná hmotnost vzduchu



měrná spotřeba potenciální energie



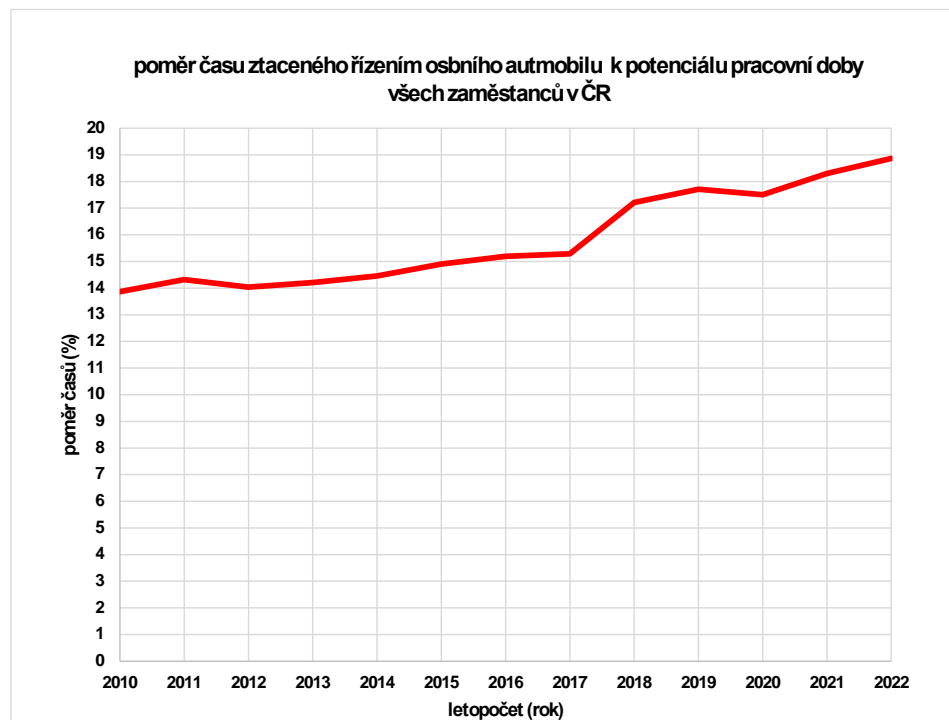
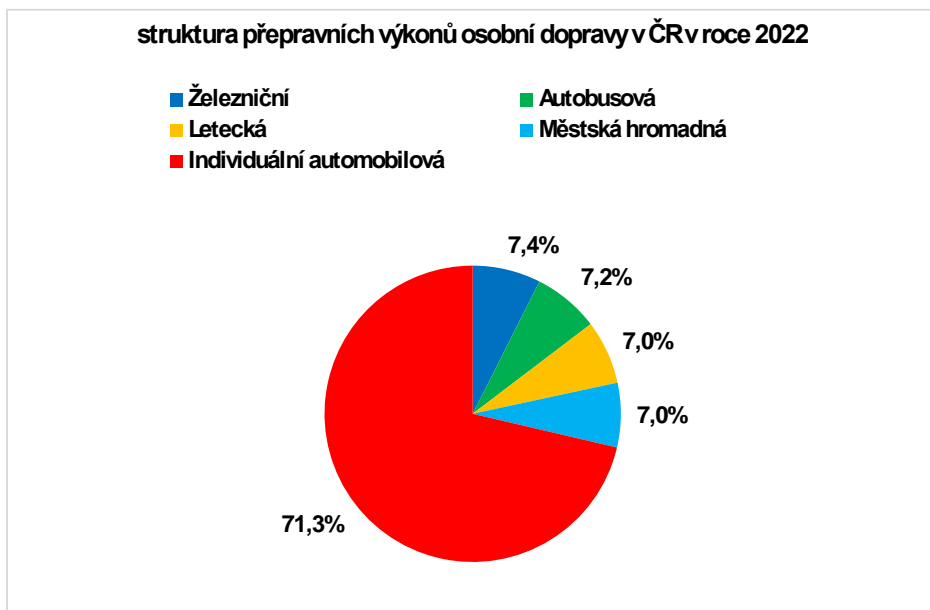
měrná spotřeba kinetické energie



Potenciál přepravní poptávky

Nynější velké podíly vysoce energeticky náročných a na importu fosilních paliv závislých druhů dopravy, tedy individuální automobilové dopravy (71 %) a letecké dopravy (7 %), představují velký prostor, ve kterém se může uplatnit moderní rychlá a pohodlná železnice a městská hromadná doprava, zejména kolejová. Efektem této náhrady jsou zásadní úspory energie, eliminace emisí oxidu uhličitého, eliminace emisí zdraví škodlivých látek a odstranění závislosti mobility na platbách militantním zemím za import fosilních paliv.

Ačkoliv jsou automobily vnímány jako prvek svobody, zaměstnávají řízením občany ČR po dobu 1,5 mld. hodin ročně. To je ekvivalent téměř 20 % ročního potenciálu pracovní doby všech zaměstnanců v ČR. **Zaneprázdnění obyvatelstva řízením automobilu je srovnatelné s šestidenním pracovním týdnem (práce i v sobotu).** To je v hierarchii hodnot mladé generace jeden z důvodů, proč netouží po vlastnictví a řízení osobního automobilu, proč preferují jízdu veřejnou hromadnou dopravou, při které neztrácejí čas řízením a mohou se věnovat virtuální komunikaci.

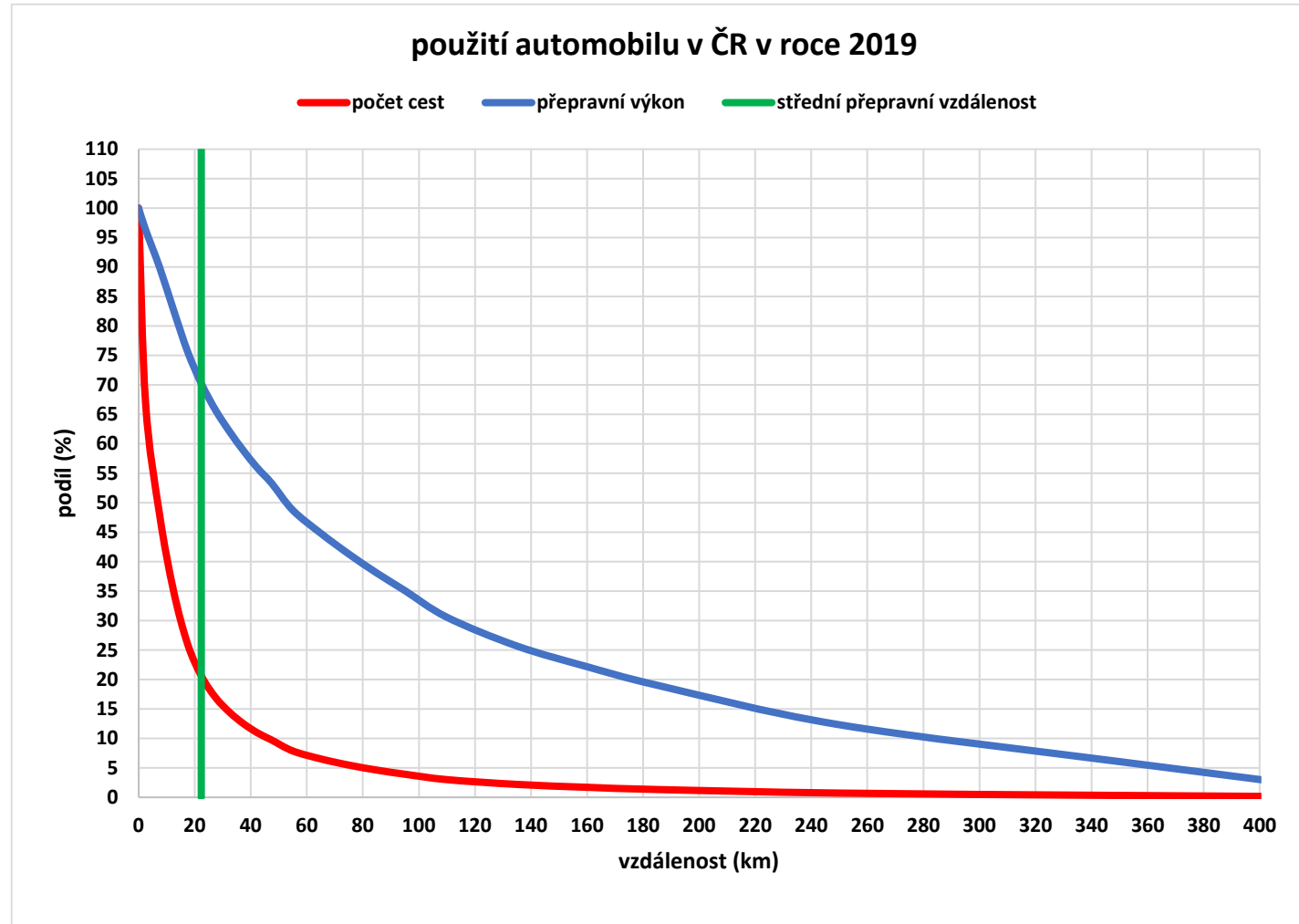


Typické použití osobního automobilu v ČR

Výsledky dopravního průzkumu CDV Brno pro MD ČR (2019) „Česko v pohybu“:

- střední délka cesty automobilem: 22 km
- **podíl cest na vzdálenosti přes 100 km na celkovém počtu cest automobilem: 3,9 %**
- **podíl cest na vzdálenosti přes 200 km na celkovém počtu cest automobilem: 1,3 %**
- podíl cest na vzdálenosti přes 100 km na celkovém přepravním výkonu automobilů (os. km): 35 %
- podíl cest na vzdálenosti přes 200 km na celkovém přepravním výkonu automobilů (os. km): 19 %

Ekonomicky efektivní je přizpůsobit elektrické automobily jejich typickému, nikoli jejich výjimečnému použití.



Infrastrukturní energetické zázemí pro bezemisní vozidla

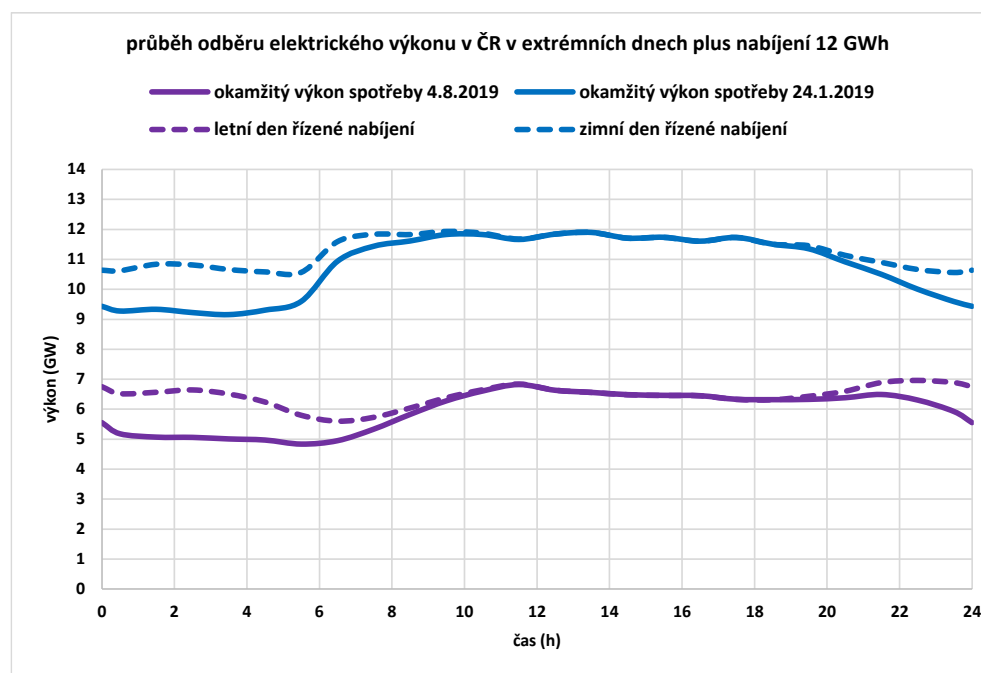
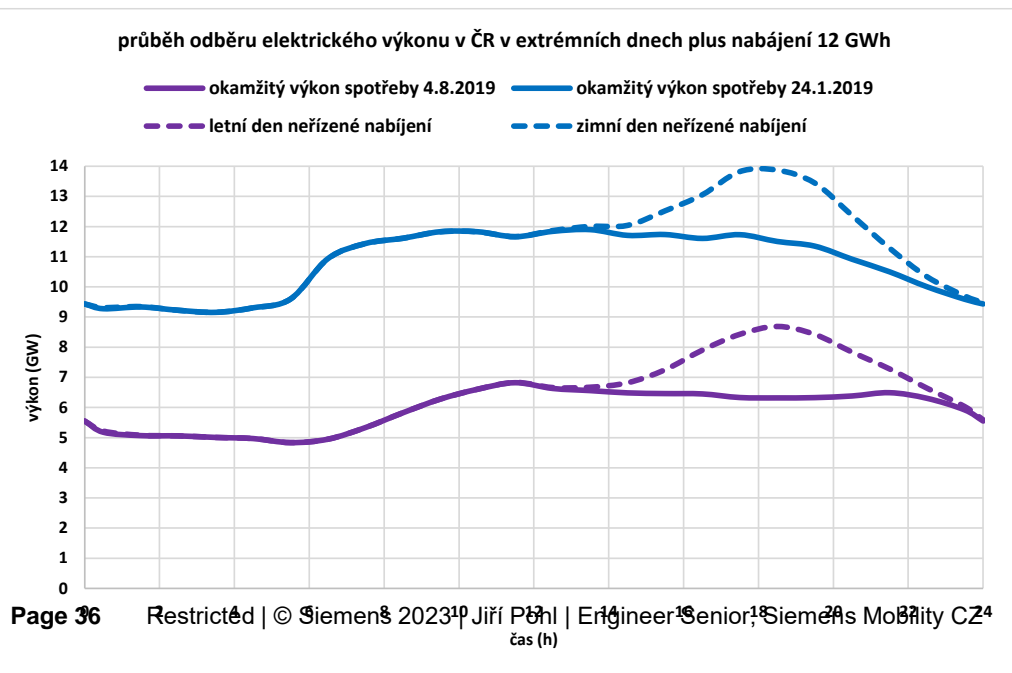
příklad: nabíjení osobních automobilů

Z pohledu minimalizace ztráty času, životnosti akumulátorové baterie, výše platby a hospodárného zatěžování elektrizační soustavy (zdrojů i přenosové a distribuční sítě) je **nejvýhodnější pomalé AC nabíjení při parkování, proto je celosvětově nejvíce používáno (80 až 90 %).**

V ČR registrovaný osobní spalovací automobil je denně využíván 37 minut a ujede 29 km. V témže režimu bude elektrický automobil v průměru denně potřebovat z **distribuční elektrické sítě cca 6 kWh a má k tomu při parkování čas 23 hodin a 23 minut.**

Základem spolupráce automobilu s elektrizační soustavou (centralizovanou či decentralizovanou) je použití internetu věcí k řízení spolupráce automobilů s elektrizační soustavou (smart grids). Vhodným přesunutím začátku nabíjení z období denní špičky do období nočního sedla lze zásadním způsobem snížit požadavek na výkonnost zdrojů.

Níže uvedené obrázky znázorňují řízené a řízené nabíjení 2 000 000 osobních automobilů (12 GWh/den) v ČR. Základním principem je řízení okamžiku připojení nabíjených jednotlivých automobilů k distribuční síti.

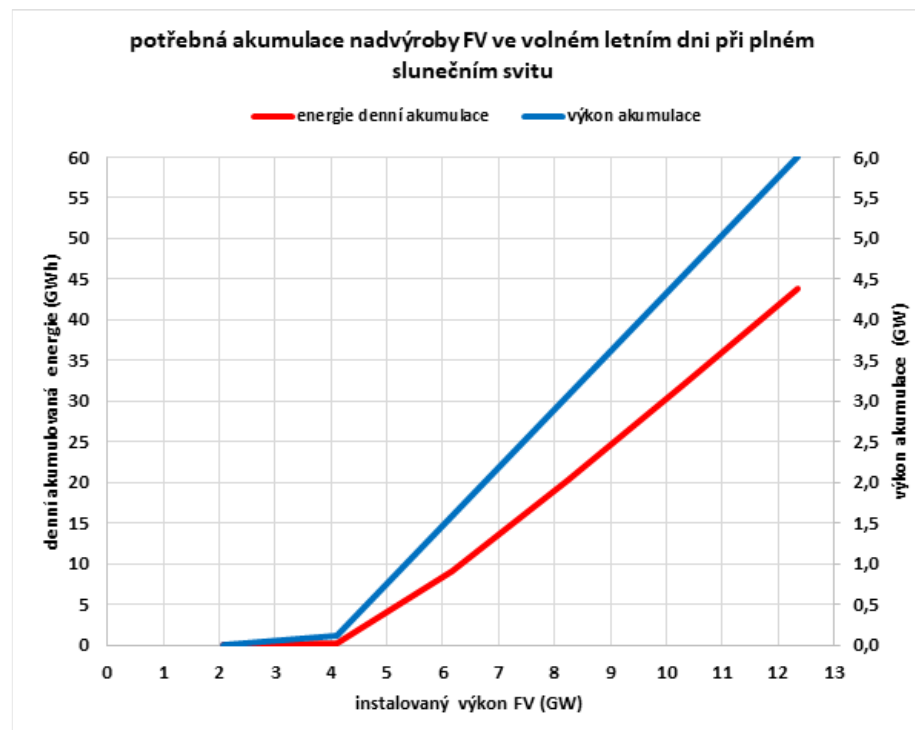
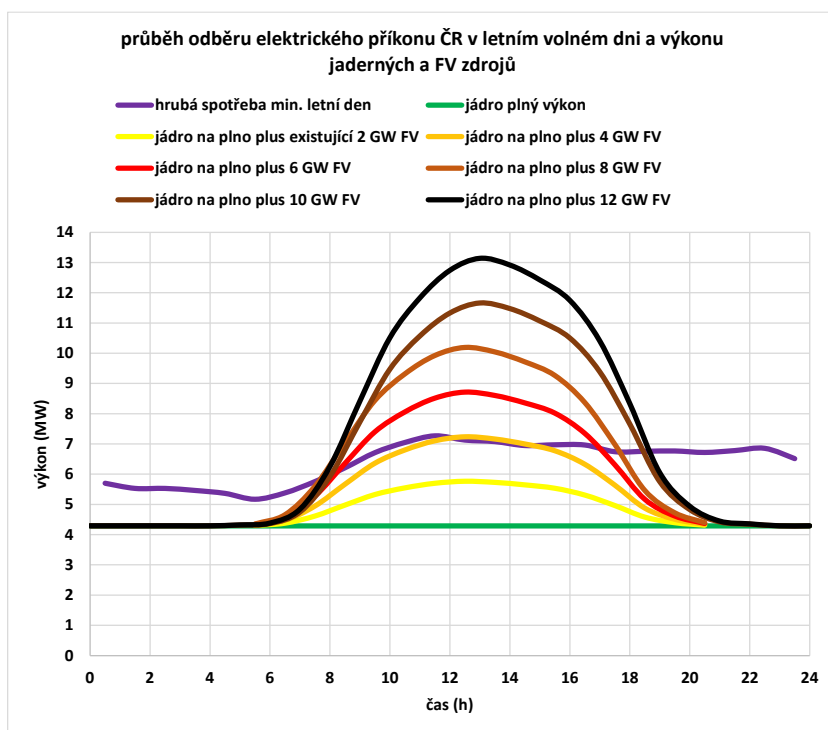


Součinnost elektrických automobilů a FV elektráren

V letních volných dnech činí v ČR výkon odebíraný spotřebiteli z distribuční elektrické sítě cca 7 GW, z toho 4,3 GW pokrývají jaderné elektrárny Dukovany a Temelín, které trvale pracují plným výkonem. Na ostatní zdroje elektřiny zůstávají necelé 3 GW. Zhruba polovinu tohoto výkonu dodávají za slunného počasí fotovoltaické elektrárny.

Po prodlevě 12 let, způsobené chybným zákonem, opět v ČR nastává období intenzivního budování fotovoltaických elektráren. Po zdvojnásobení jejich instalovaného výkonu přesáhne v elektrizační soustavě ČR výkon zdrojů příkon spotřeby, přebytečnou energii bude nutno akumulovat. V roce 2030 v ČR předpokládaný výkon FV zdrojů 10 GW bude v letním období vyžadovat akumulaci s příkonem 4,3 GW a s denní energií 30 GWh. Pro srovnání: PVE Dlouhé Straně má výkon 0,6 GW a energii 3,2 GWh.

Jednou z účinných možností akumulace je nabíjení akumulátorových baterií parkujících vozidel.



Energetická, ekonomická a environmentální udržitelnost mobility

Udržitelnost multimodální bezemisní mobility má tři dimenze:

- **environmentální** (bez fosilních paliv, bez klima poškozujících emisí CO₂, bez zdraví poškozujících emisí,
- **ekonomickou** (vyváženost nákladů a výnosů, efektivnost investic, energetická nenáročnost),
- **sociální** (dostupnost, kvalita).

Nutná výzkumná fáze přechodu z fosilní na bezemisní mobilitu již proběhla (vývoj pochopitelně pokračuje dál). **Přechod z fosilní mobility na bezemisní mobilitu je technicky připraven jak na straně bezemisních vozidel, tak na straně infrastrukturního energetického zázemí pro jejich.** Již probíhá realizační fáze přechodu z fosilní na bezemisní mobilitu.

Pro rychlé a efektivní uskutečnění přechodu z fosilní na bezemisní mobilitu je **rozhodující správné a koordinované investování do bezemisních vozidel a infrastrukturního energetického zázemí pro jejich provoz. Nutností je koordinace investic fyzických osob, podnikatelských subjektů a veřejné správy, a to v technické, teritoriím a časovém souladu.**

Velice podstatné je, že ze čtyř dosud hodnocených **externalit dopravy** (emise oxidu uhličitého, emise zdraví škodlivých látek, hluk a nehody) první dvě (emise oxidu uhličitého a emise zdraví škodlivých látek) v procesu dekarbonizace dopravy zanikají a nahrazuje je **nová externalita: energetická náročnost dopravy**, kterou je nutno cíleně minimalizovat.

Závěr

Dekarbonizace dopravy je důležitou, nikoliv však jedinou, součástí přechodu od extenzivně rozvíjené dopravy minulosti, poškozující klima i životní prostředí, k **environmentálně, ekonomicky i sociálně udržitelné dopravě osob i věcí.**

Jde o proces, který je potřeba **projektově uchopit a projektově řídit.**

Děkuji Vám za Vaši pozornost!



Jiří Pohl
Senior Engineer

Siemens Mobility, s.r.o.

Siemensova 1

155 00 Praha

Česká republika

Mobil: +420 724 014 931

jiri.pohl@siemens.com