

Role železnice při naplňování plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu

konference Top Expo
Praha, 18.6. 2019

Jiří Pohl, Siemens Mobility, s.r.o.
člen Výboru pro udržitelnou energetiku Rady vlády pro udržitelný rozvoj
člen Výboru pro udržitelnou dopravu Rady vlády pro udržitelný rozvoj

Transfer oxidu uhličitého

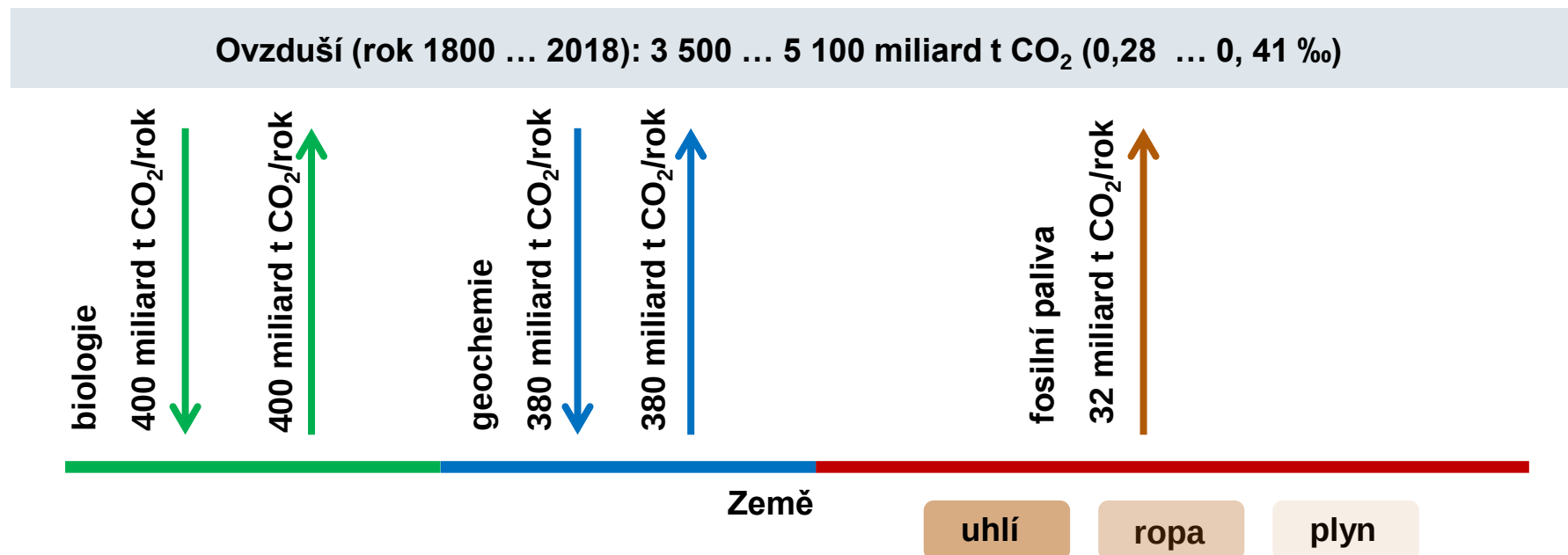
Přírodní procesy každoročně z ovzduší odebírají a do ovzduší navracejí $400 + 380 = 780$ miliard t CO₂/rok.

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: 32 miliard t CO₂/rok).

Spalováním fosilních paliv již bylo zvýšeno množství CO₂ v ovzduší z 3 500 o 1 600 na 5 100 mil.t.



Důsledky spalování fosilních paliv (skleníkový efekt)

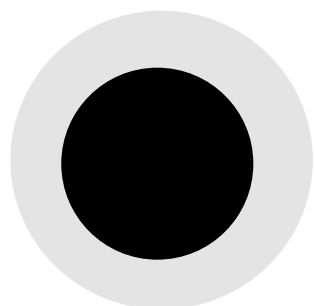
Vlivem spalování fosilních paliv stále roste koncentrace oxidu uhličitého v zemském obalu.

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.

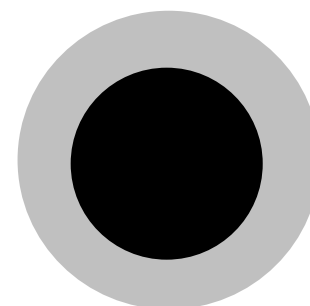
Již koncem 19. století spočítal pozdější nositel Nobelovy ceny Swante Arrhenius, že zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře povede ke zvýšení teploty ovzduší.

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

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 2018):
5 100 miliard t CO₂
koncentrace 0,41 ‰
výchozí teplota zvýšená o 1 ° C

Česká republika si je vědoma negativních důsledků spalování fosilních paliv na nežádoucí změny klimatu a na poškozování zdraví lidí.

Proto ČR přistoupila k Pařížské dohodě o zastavení růstu oteplení Země na hodnotě 1,5 až 2 °C. To znamená zcela přestat do roku 2050 používat uhlí, ropu i zemní plyn a nahradit je bezemisními zdroji.

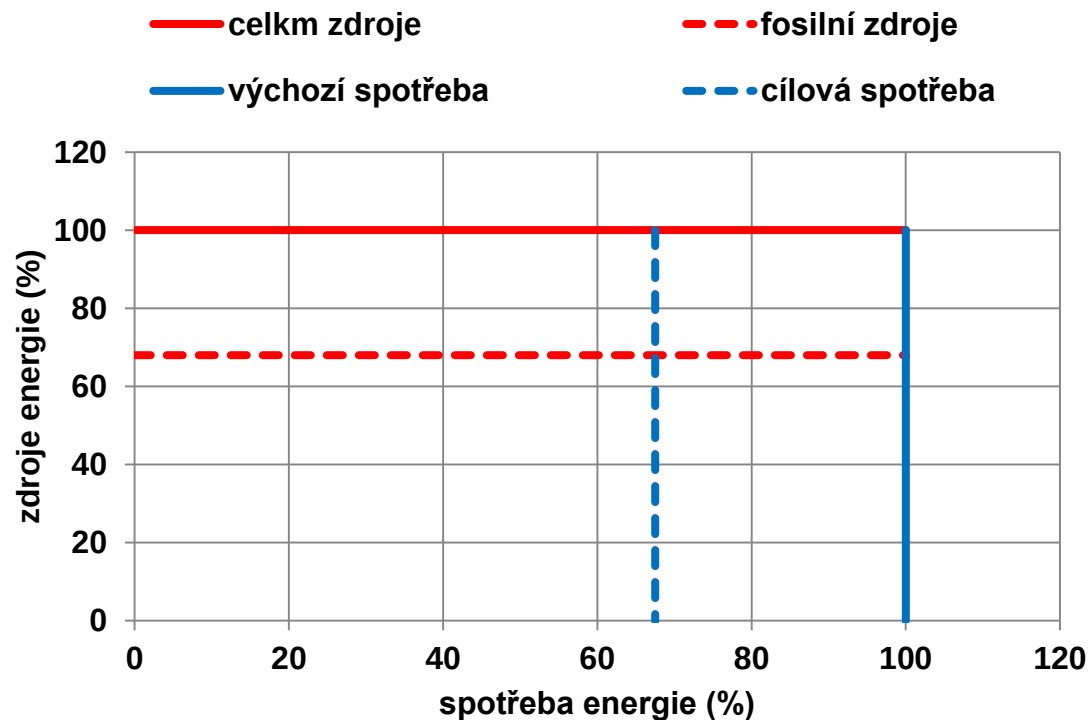
Energetická bilance ČR - předpoklad roku 2020					
Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu (str. 248)					
	spotřeba energie	spotřeba energie	střední výkon	výkon na obyvatele	energie na obyvatele
	PJ/rok	TWh/rok	GW	kW/obyv.	kWh/obyv./den
uhlí	664	184	21	2,0	48
ropa	370	103	12	1,1	27
zemní plyn	288	80	9	0,9	21
fosilní paliva	1 322	367	42	4,0	95
primární spotřeba	1 813	504	57	5,4	131
konečná spotřeba	1 002	278	32	3,0	72
konečná spotřeba elektřiny	214	59	7	0,6	15

=> každému občanu ČR trvale někde hoří 4 kW ohniček fosilních paliv

Zimní energetický balíček EU

- do roku 2030 zvýšit energetickou účinnost o 32,5 %,
- do roku 2030 zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energie na 32 %

politika EU v oblasti energetiky a klimatu do roku 2030



motivace/benefity:

- vybudování udržitelného energetického systému,
- zastavení klimatických změn,
- ozdravení ovzduší,
- orientace průmyslu na progresivní technologie,
- úspora nákladů

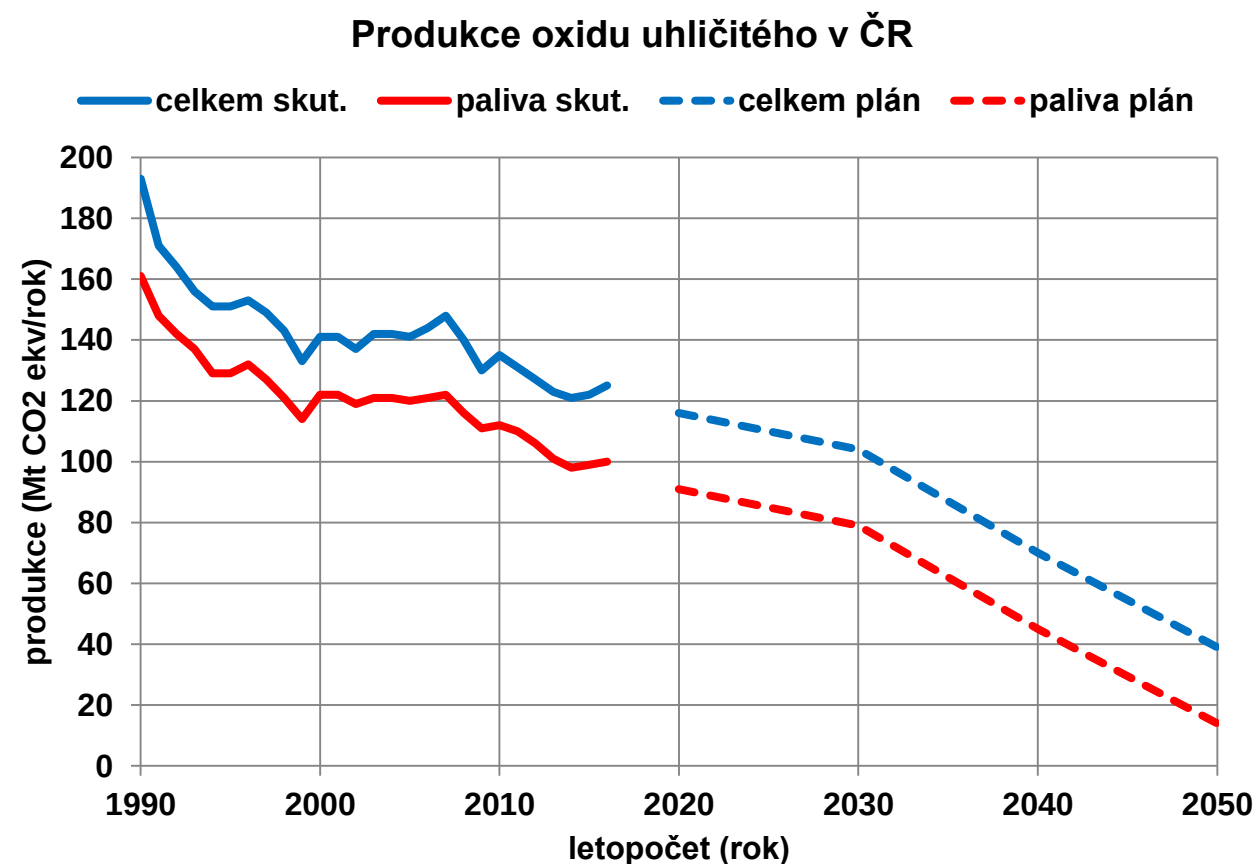
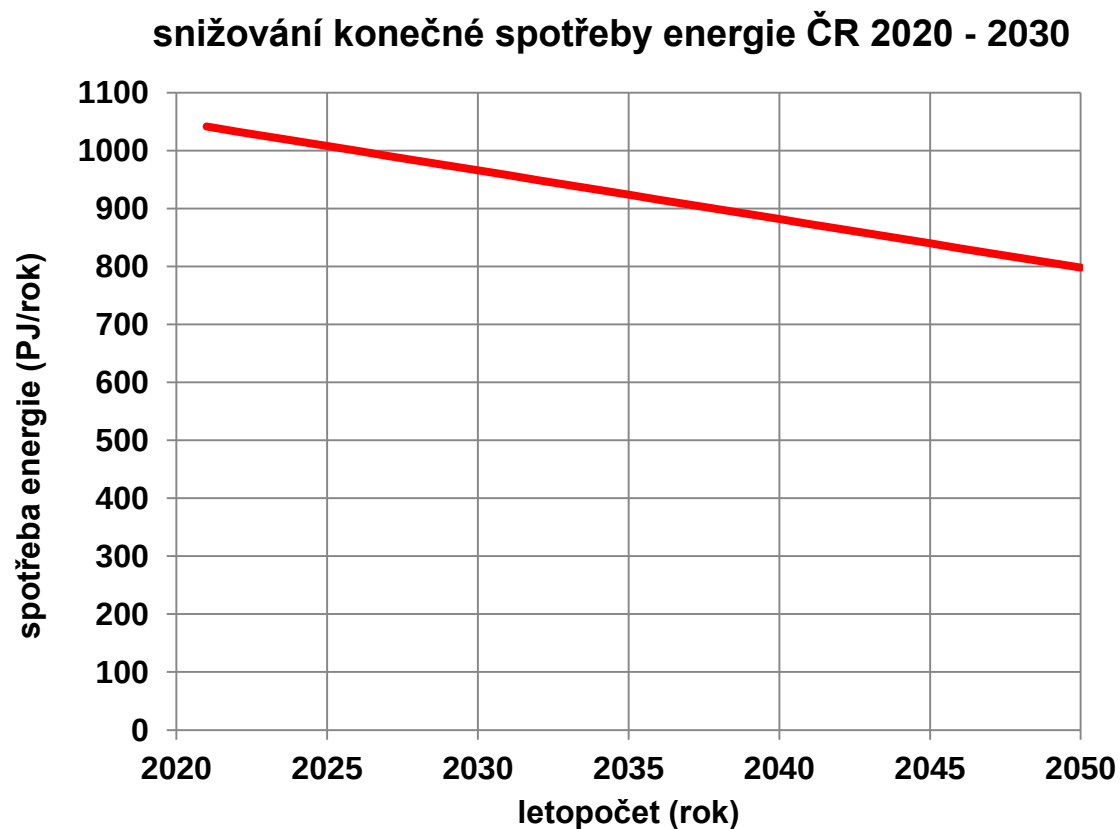
Vnitrostátní plán ČR v oblasti energetiky a klimatu

Cíle ČR v oblasti energetiky a klimatu



Snížit konečnou spotřebu energie mezi roky 2020 a 2030 o 8 %, z 1 050 PJ/rok na 966 PJ/rok, tedy o 84 PJ/rok.
=> je potřeba snižovat spotřebu tempem o 0,8 %/rok (8,4 PJ/rok²)

Snížit produkci CO₂ mezi roky 2020 a 2030 o 10 %, ze 116 Mt/rok na 104 Mt/rok, tedy o 12 Mt/rok.
=> je potřeba snižovat produkci tempem o 1 %/rok (1,2 Mt/rok²)

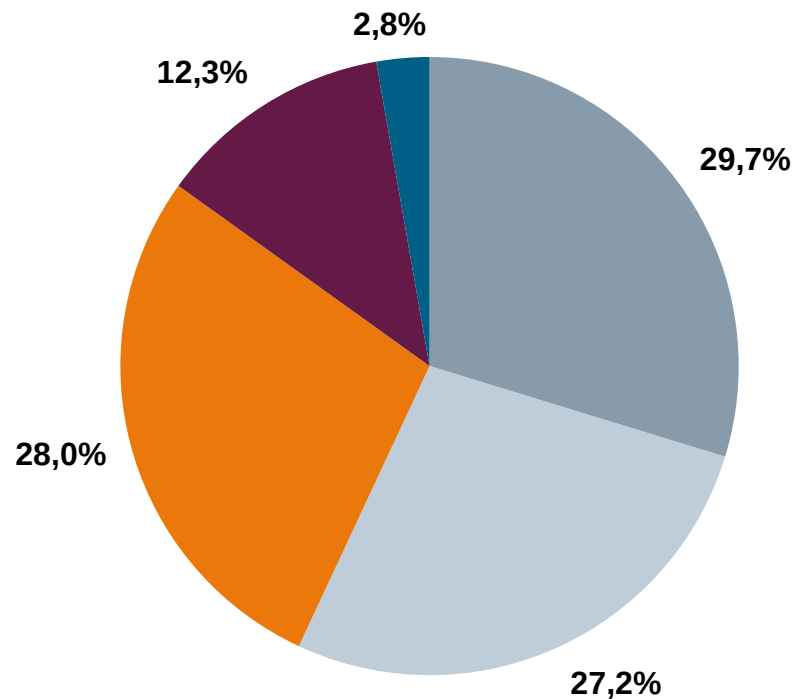


Struktura konečné spotřeby energie v ČR

Doprava je v ČR velmi významným a trvale rostoucím konečným spotřebitelem energie

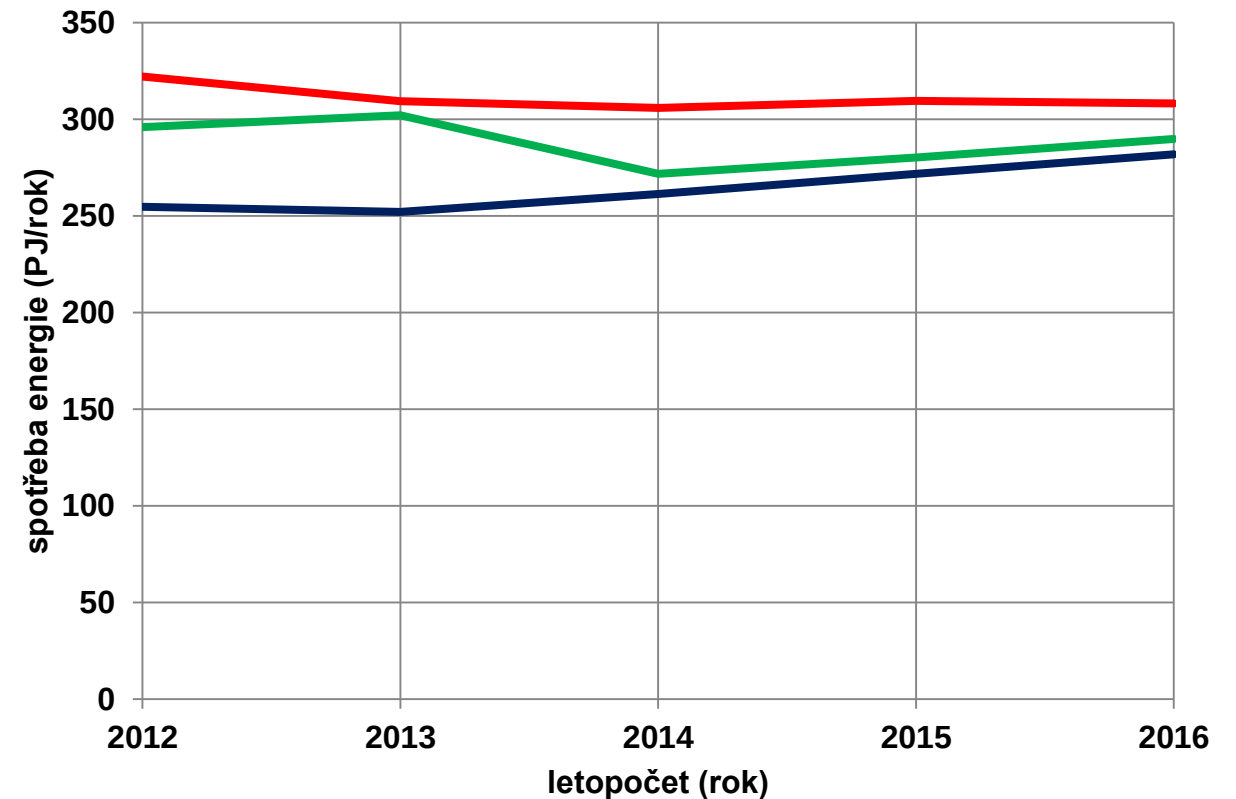
struktura konečné spotřeby energie v ČR 2016

■ průmysl ■ doprava ■ domácnosti ■ služby ■ ostatní



struktura konečné spotřeby energie v ČR

— průmysl — doprava — domácnosti



Realita vývoje spotřeby energie a produkce oxidu uhličitého v ČR

SIEMENS

Ingenuity for life

Spotřeba energie - trend 2013 - 2016:

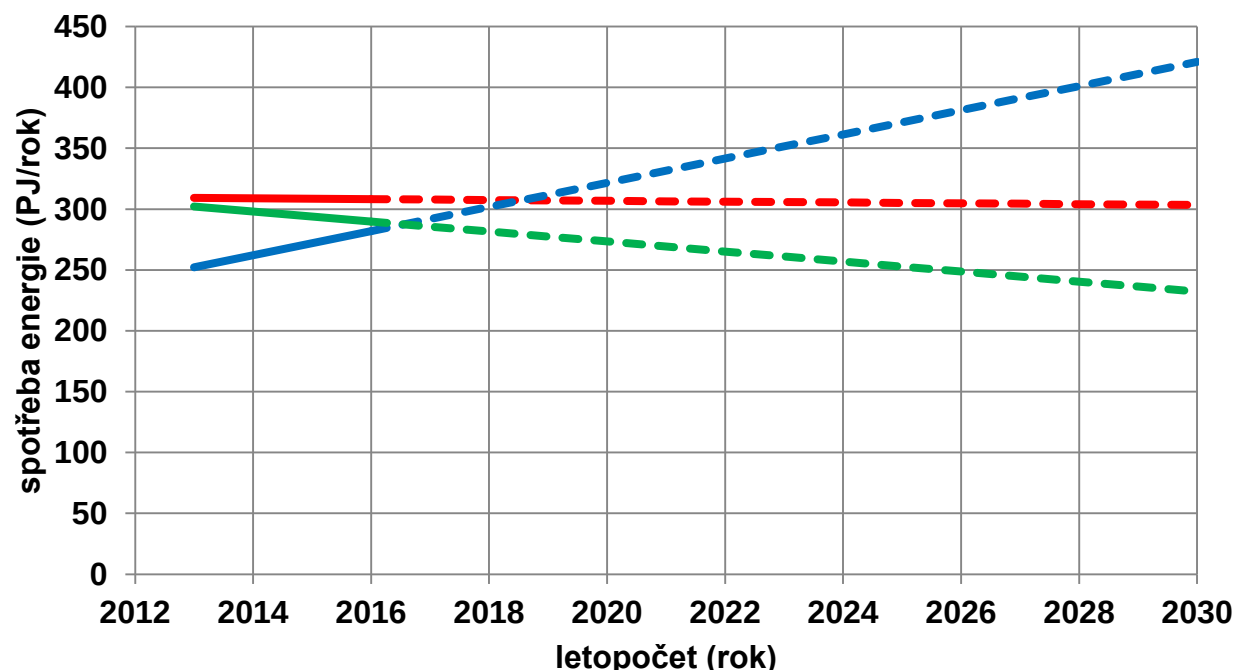
- průmysl a domácnosti: pokles
- doprava: růst 10 PJ/rok² (3,3 %/rok)

Produkce CO₂ trend 2000 - 2016:

- průmysl a domácnosti: pokles
- doprava: růst

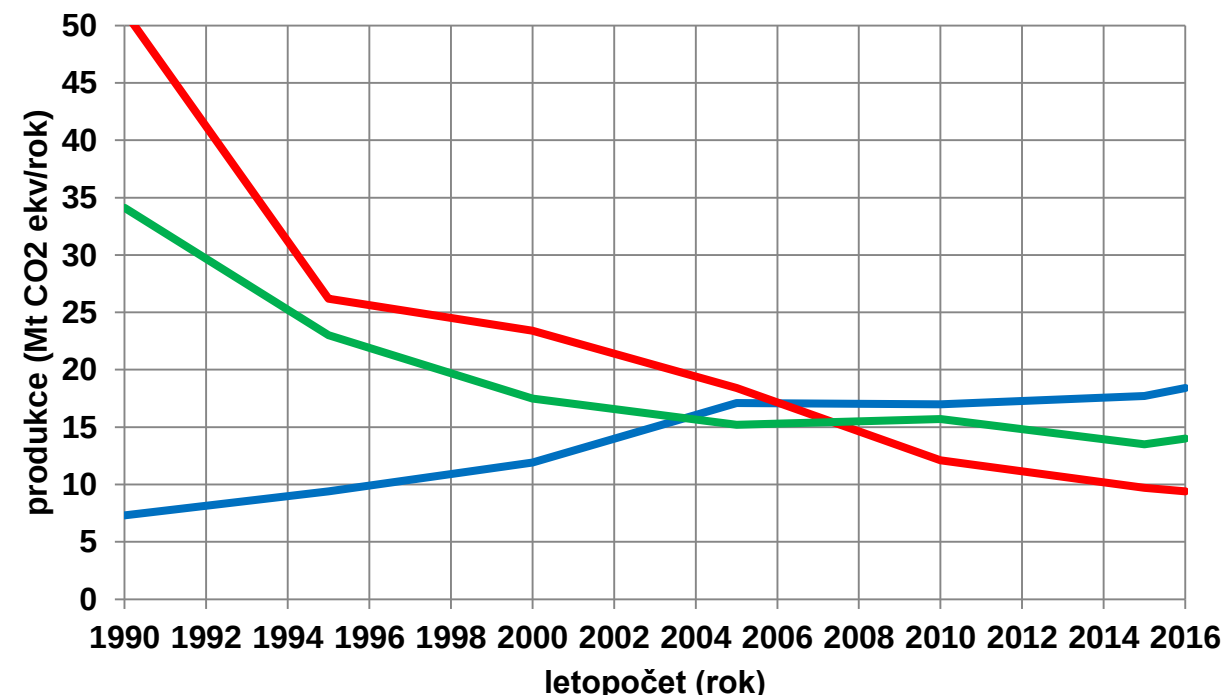
struktura konečné spotřeby energie v ČR

— průmysl — doprava — domácnosti
- - - prům. Extrap. - - - dopr. Extrap. - - - dom. extrap



Produkce oxidu uhličitého v ČR – mimo energetiku

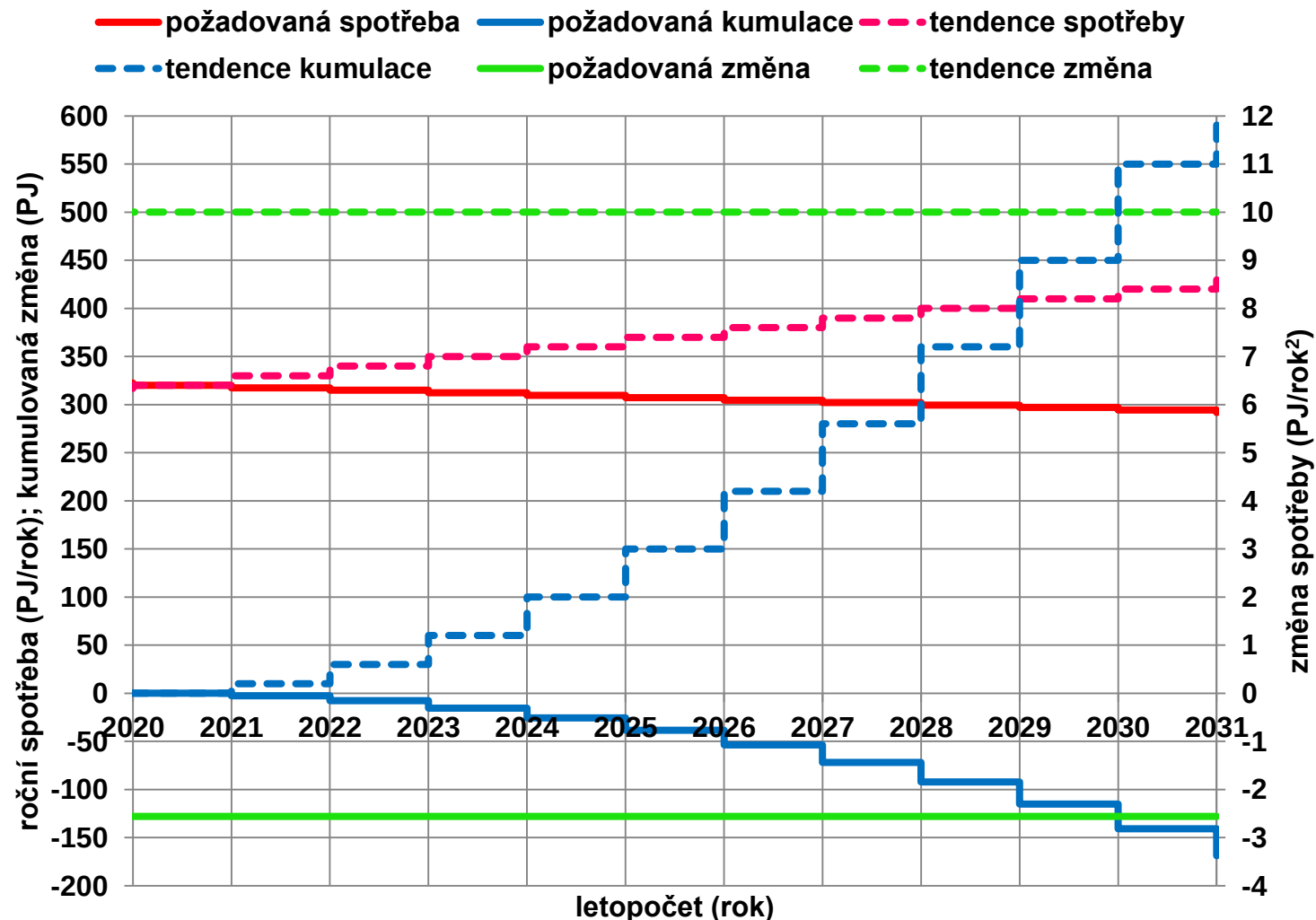
— paliva doprava — paliva průmysl — paliva ostatní



V dopravě je nutno kromě úspory energie - 0,8 % / rok v první řadě zastavit dosavadní růst + 3,3 % / rok !

Úkol pro dopravu: zastavit růst spotřeby energie a systematicky snižovat spotřebu energie

konečná spotřeba energie pro dopravu v ČR



Snížení energetické náročnosti dopravy je nutností.

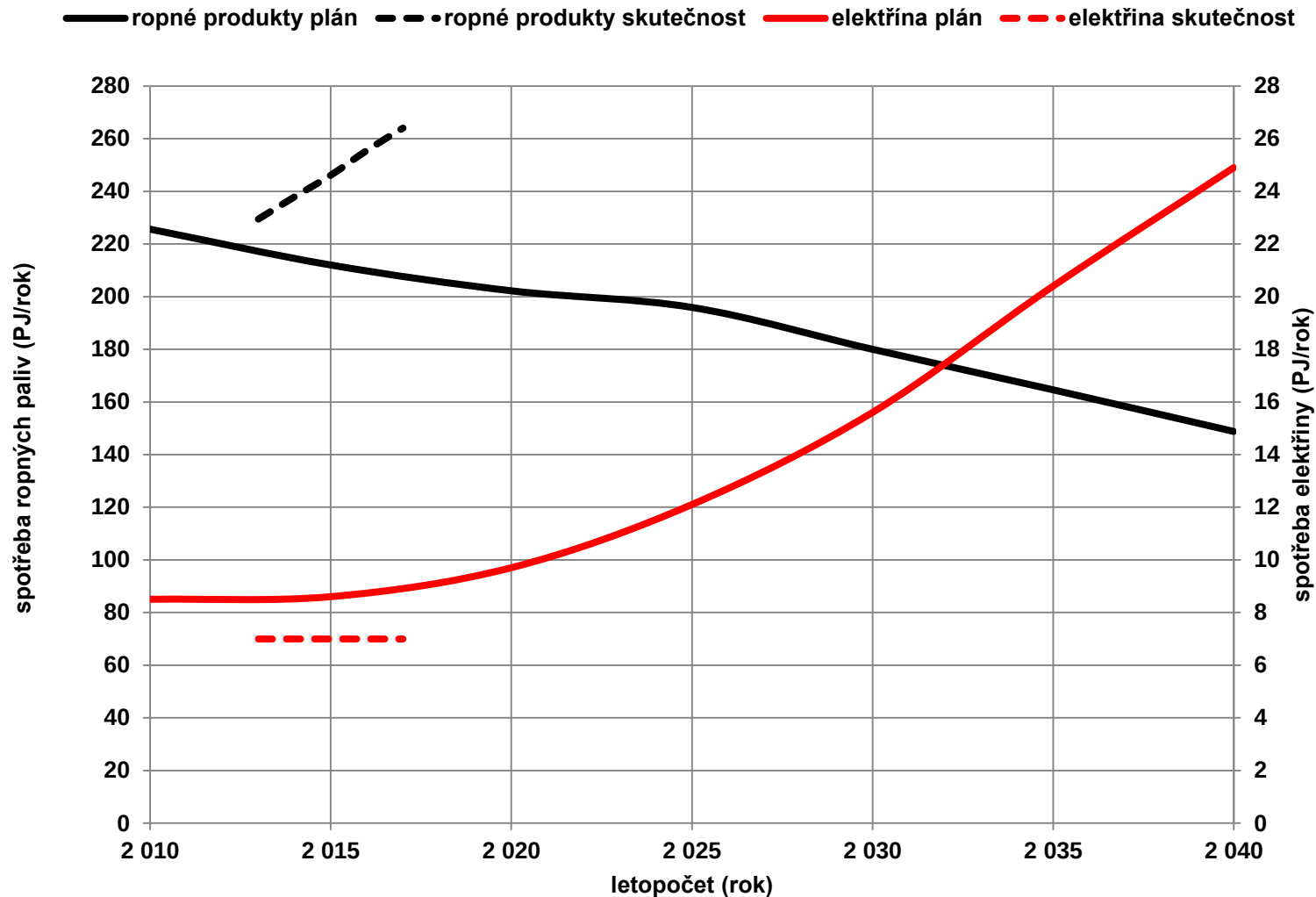
Bez zásadního obratu v dopravě by ČR nemohla splnit cíle, které si stanovila v oblasti úspor energie.

Varování: neplnění Státní energetické koncepce

Situace v dopravě se v ČR vyvíjí zcela opačně, než určuje Státní energetická koncepce z roku 2015:

- u ropných paliv dochází místo k poklesu k růstu,
- u elektřiny nastala místo růstu stagnace.

spotřeba energie pro dopravu v ČR

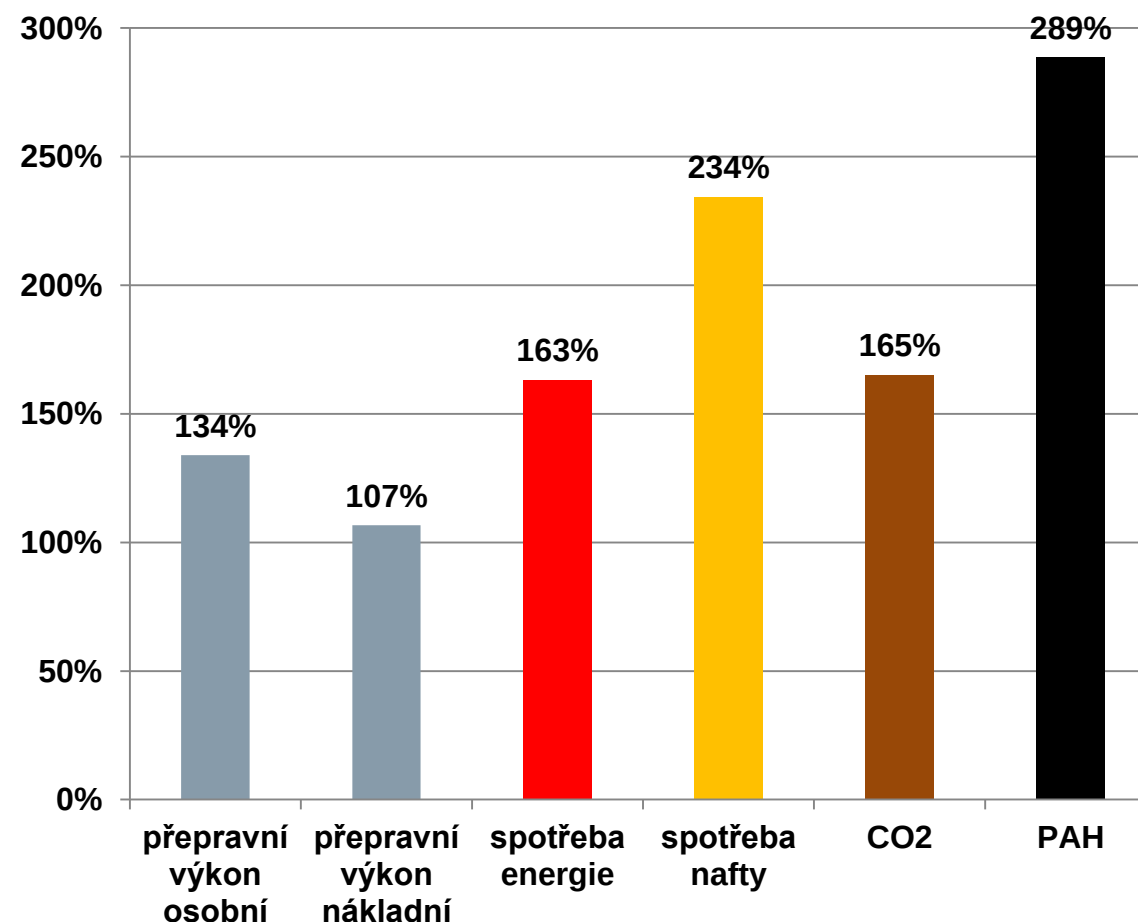


Dosavadní vývoj v oblasti dopravy v ČR je extenzivní – spotřeba nafty i exhalace rostou rychleji než přepravní výkony

Kritický je zejména růst emisí polyaromatických uhlovodíků (PAH), zejména benzo(a) pyrenu a jemných prachových částic PM 1 a PM 2,5, které nejsou limitovány emisními třídami EURO.

Přitom podle propočtů MŽP ČR je počet obětí znečištěného ovzduší zhruba 8krát vyšší než počet obětí dopravních nehod.

vývoj dopravy v ČR v letech 2000 až 2017
(2000 = 100 %)



Energetická bilance dopravy v ČR (rok 2020 – výchozí bod Národního plánu v oblasti energetiky a klimatu)



Spalovací motory: nízká účinnost tepelného (Carnotova) cyklu – na mechanickou práci se přemění jen cca 30 % energie paliva, zbylých 70 % 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 toxické látky (NO_x, PM, PAH, ...) a poškozují lidské zdraví.

spotřeba energie v dopravě 320 PJ/rok (89 TWh/rok)

spotřeba energie paliv v dopravě 313 PJ/rok (87 TWh/rok) (100 %)

energie pro pohon vozidel z paliv 95 PJ/rok (26 TWh/rok) (30 %)

ztrátové teplo v dopravě z paliv..... 218 PJ/rok (61 TWh/rok) (70 %)

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

⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) nepožívat v dopravních prostředcích

(nelze využít ztrátové teplo, neumí rekuperovat brzdovou energii)

Úspory zdrojem energie

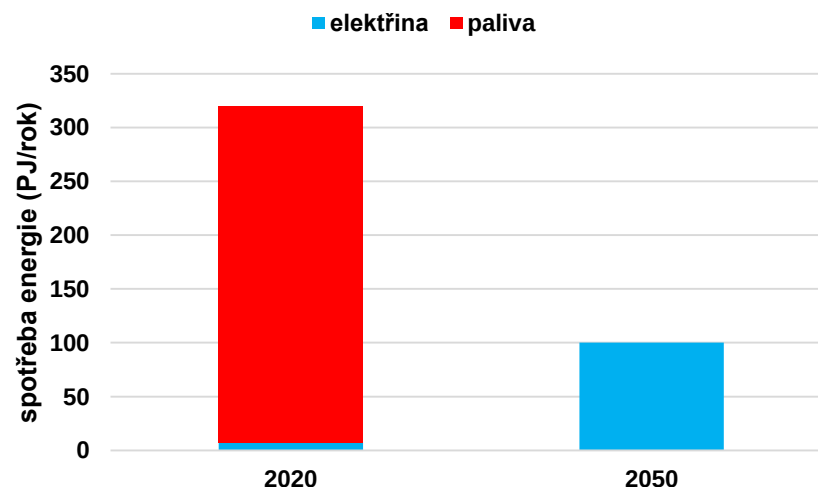
Nejefektivnějším zdrojem energie (a to bezemisním) jsou úspory energie.
Snižování konečné spotřeby energie zvyšováním energetické účinnosti je výnosnou investicí.

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

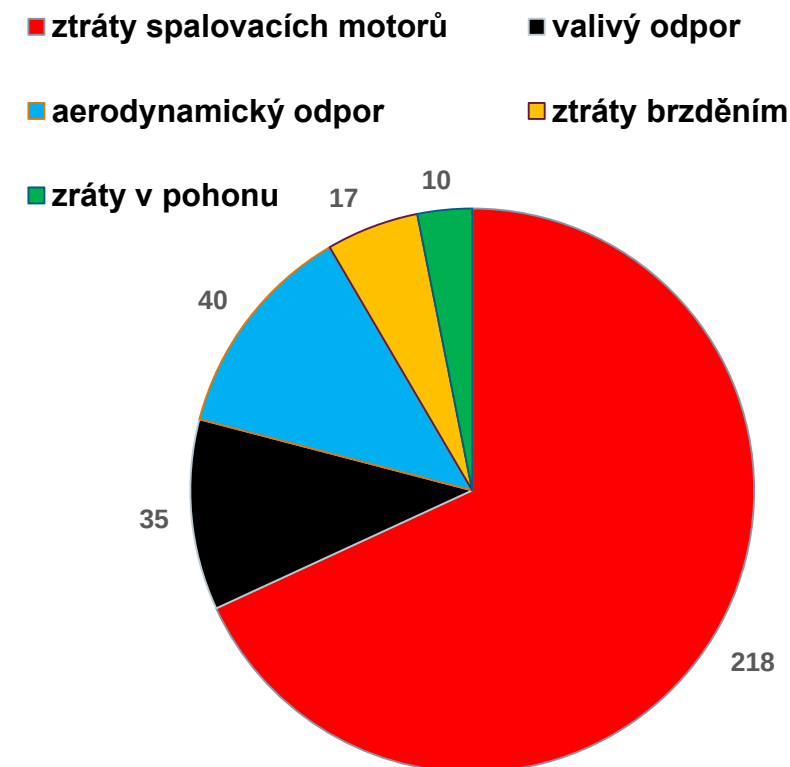
- Výchozí stav** (rok 2020: 120 mld. os km/rok, 80 mld. netto tkm/rok)
- uhlovodíková paliva 313 PJ/rok (87 TWh/rok), z toho 218 PJ/rok (61 TWh/rok) ztraceno ohřevem výfukových plynů a chladicí vody,
 - elektřina 7 PJ/rok (2 TWh/rok),
 - celkem 320 PJ/rok (89 TWh/rok)

- Cílový stav** (rok 2050: 120 mld os km/rok, 80 mld. netto tkm/rok)
- uhlovodíková paliva: 0
 - elektřina 100 PJ/rok (28 TWh/rok) (výhradně bezemisní zdroje),
 - celkem 100 PJ/rok (28 TWh/rok)

konečná spotřeba energie pro dopravu v ČR



energetická bilance dopravy v ČR 2020 (PJ/rok)



Intramodální a extramodální úspory energie v dopravě

Ropná paliva a jejich náhražky tvoří 97 % spotřeby energie pro dopravu v ČR.

Vysoká spotřeba energie v dopravě má proto tři dimenze:

- **ekonomickou** - fosilní paliva se stávají nejdražší energií,
- **klimatickou** - poškozování přírody a životního prostředí klimatickými změnami (globální exhalace CO₂),
- **zdravotní** - poškozování lidského zdraví jedovatými látkami (lokální exhalace PM 1, PM 2,5, NO_x, PAH, ...).

Potenciál úspor energie v dopravě:

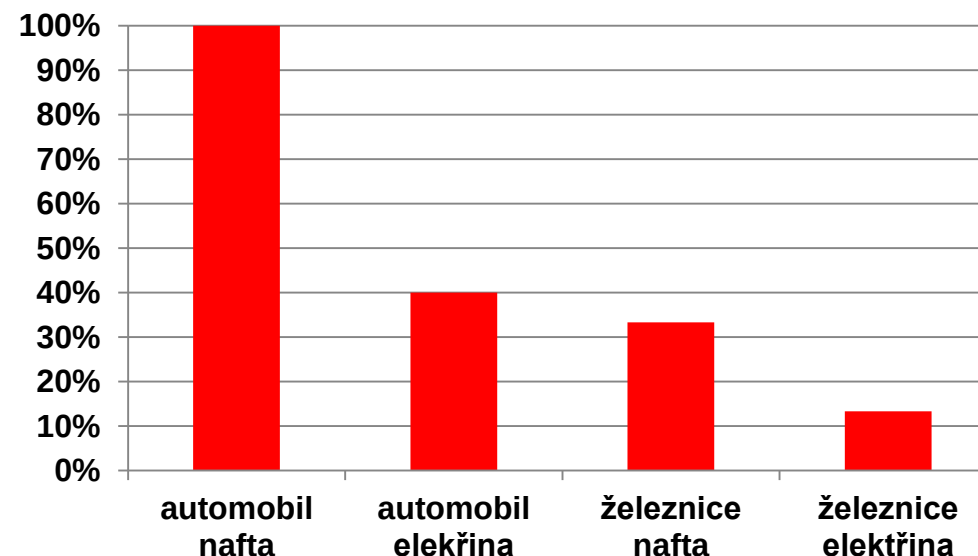
- **intramodální** – úspory technickými inovacemi v rámci určitého druhu dopravy,
- **extramodální** – úspory převodem na energeticky méně náročný druh dopravy.

intramodální úspory jsou reprezentovány především náhradou spalovacího motoru elektrickým s 2,5 krát vyšší účinností,

extramodální úspory jsou reprezentovány především převodem silniční dopravy na železniční s 3 krát nižší energetickou náročností (nižší odpor valení, nižší aerodynamický odpor)

=> náhrada automobilů se spalovacími motory elektrickou železnici snižuje energetickou náročnost 7,5 krát, tedy na cca 13 % (úspora 87 %).

poměrná energetická náročnost dopravy



Rozdílnost účinnosti pohonů

Spalovací motor (nafta, benzín, metan) cca **30 %** (palivo – obvod kol)

Trakční elektromotor plus palivový článek (vodík) cca **50 %** (vodík – obvod kol)

Trakční elektromotor plus lithiový akumulátor cca **70 %** (distribuční síť 110 kV – obvod kol)

Trakční elektromotor plus liniové trakční vedení cca **80 %** (distribuční síť 110 kV – obvod kol)

⇒ jednoznačná orientace dopravy na elektrickou vozbu v kombinaci liniového napájení a zásobníků energie (plus bonus v podobě rekuperace brzdové energie),

⇒ preference energetiky méně náročné kolejové dopravy,

⇒ liniová elektrizace dopravně silněji zatížených tratí,

⇒ úplný odklon od používání uhlovodíkových paliv, zejména fosilních (benzin, nafta, plyn).

Pro pokrytí energetické spotřeby veškeré dopravy v ČR při její 100 % elektrizaci a převedení části přeprav ze silnice na železnici stačí 100 PJ/rok (28 TWh/rok) elektrické energie.

Tuto energii je schopna vytvořit moderní agrofotovoltaická elektrárna, zároveň chránící pole před suchem (50 % FV panely plus 50 % zemědělská půda s dvojnásobnými srážkami) s FV panely o ploše 14 000 ha vybudovaná na ploše 28 000 ha, což je 7 % osevní plochy řepky olejné v ČR (400 000 ha).

Významným nástrojem ke snížení konečné spotřeby energie v dopravě je náhrada vozidel se spalovacími motory elektrickou vozbou:

- snížení spotřeby energie na cca 40 % odstraněním spalovacího motoru, která mění 2/3 energie paliva na ztrátové teplo,
- umožnění rekuperace energie při zastavovacím i spádovém brzdění dále podstatným způsobem snižuje spotřebu energie.

Další efekty elektrické vozby:

- úplné odstranění místně působících zdravotně závadných emisí zplodin hoření (NO_x , PM, PAH),
- v součinnosti s probíhajícími změnami v elektrárenství nezávislost na fosilních palivech, jejichž spalování mění klima produkcí CO_2 ,
- výrazné zvýšení rychlosti a výkonnosti,
- podstatný pokles nákladů na údržbu.

=> **liniová elektrizace** všech tratí s dálkovou osobní dopravou, intenzivní regionální dopravou či s potenciálem nákladní dopravy i významných silničních komunikací je jasným cílem.

Kromě liniového elektrického napájení (závislá elektrická vozba) umožňuje stav techniky používat i vozidla se zásobníky energie (polozávislá elektrická vozba), a to v podobě:

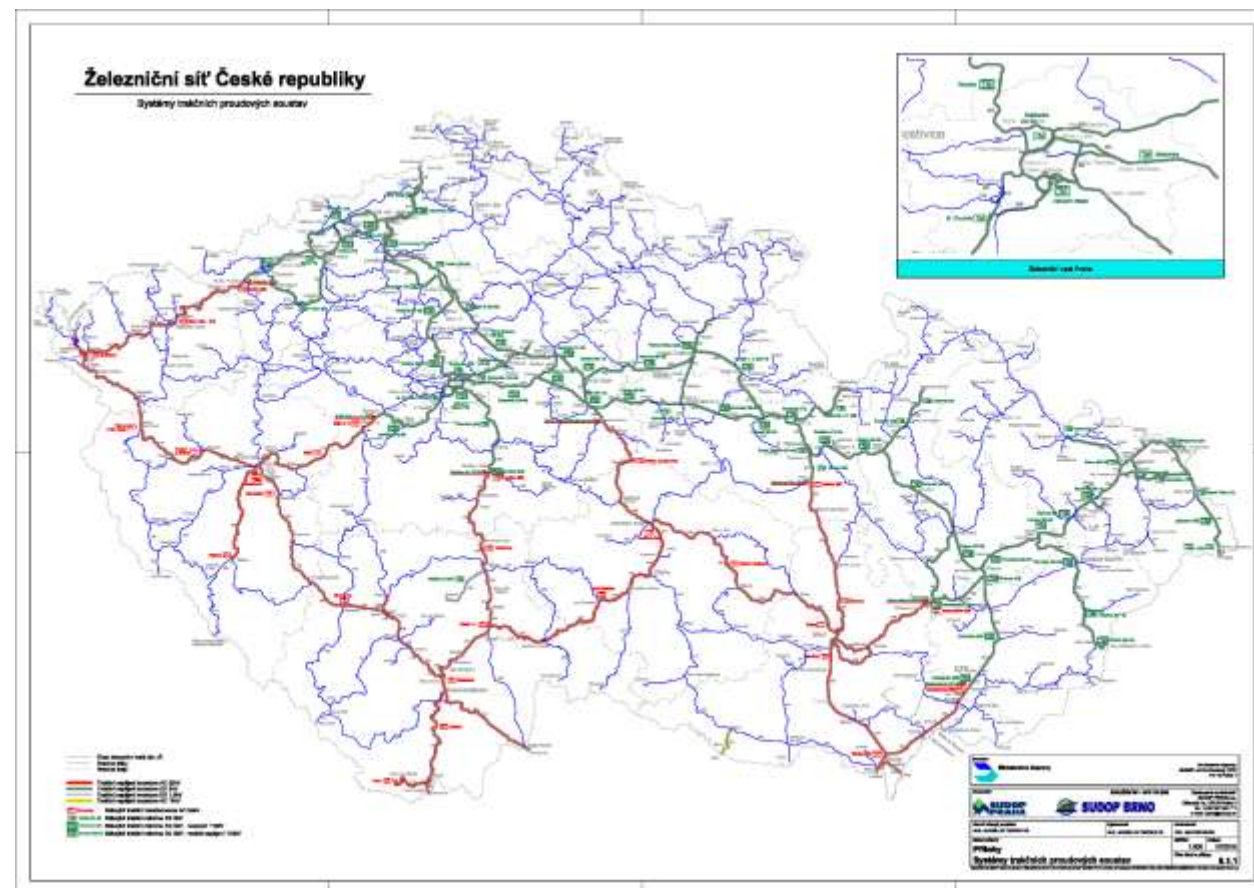
- **lithiových akumulátorů**,
- **palivových článků**, využívajících stlačený vodík, případně jiný nositel energie (například stlačený metan)

Železnice v České republice

Železniční síť v České republice:

- velká hustota sítě železnic,
- nízký podíl elektrizace
(CZ jen 34 %, DE 56 %, AT 71 %),
- dva elektrizační systémy (3 kV sever, 25 kV jih),
- v roce 2016 přijato rozhodnutí o postupném přechodu na 25 kV (cca v období 2020 až 2040).

železnice v ČR (rok 2017)	délka	podíl
	km	%
elektrizace 1,5 kV	24	0,3
elektrizace 3 kV	1 818	19,0
elektrizace 15 kV	14	0,1
elektrizace 25 kV	1 381	14,4
elektrizace celkem	3 237	33,8
bez elektrizace	6 330	66,2
celkem	9 567	100,0



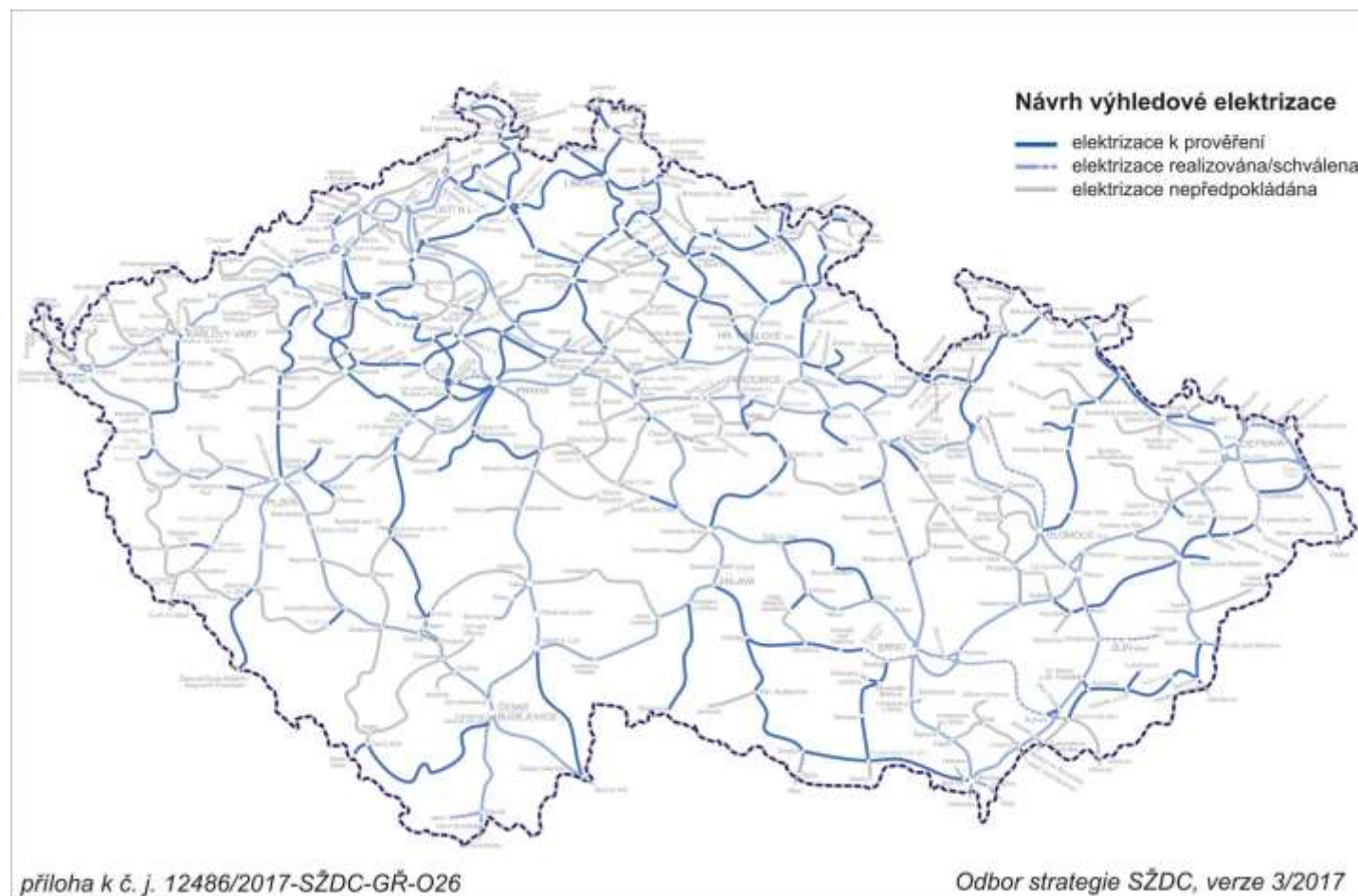
Železnice na území ČR jsou elektrizovány nesymetricky. Věta „na jih od hlavního tahu elektrizovat tratě systémem 25 kV, na sever od hlavního tahu elektrizovat tratě systémem 3 kV“ byla z důvodů vysokých nákladů systému 3 kV splněna jen z poloviny.

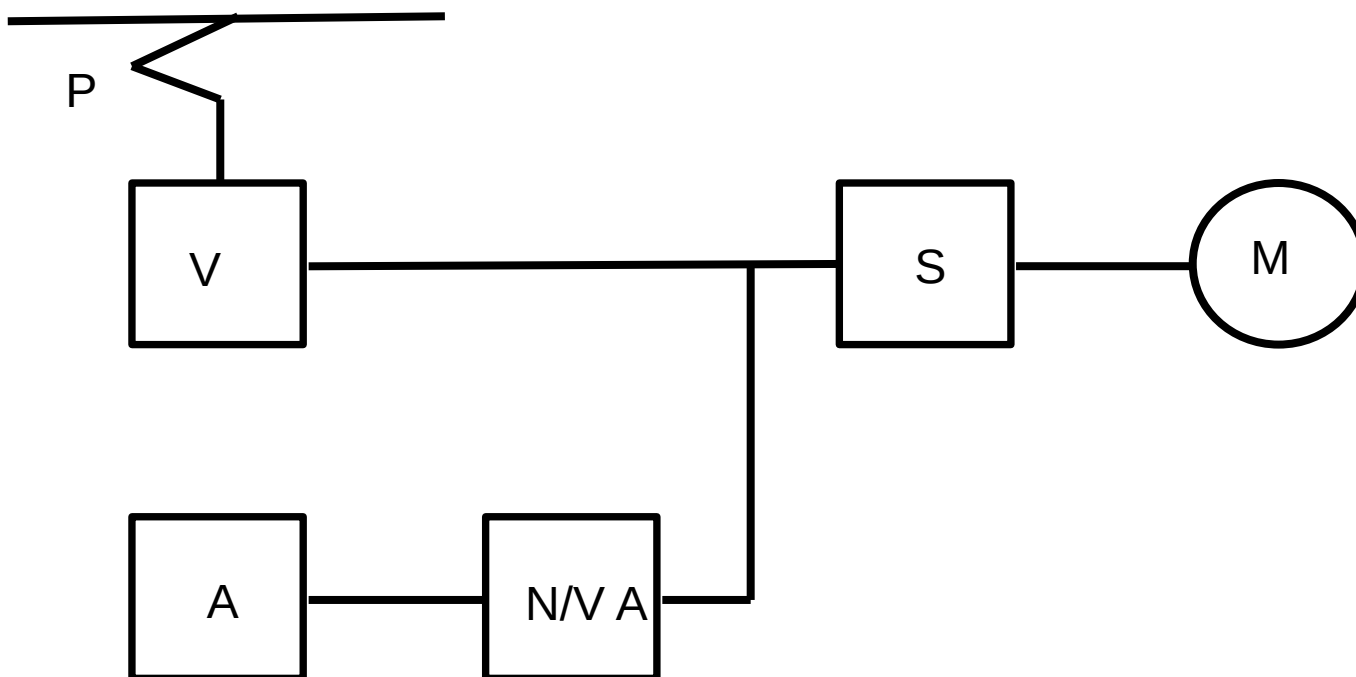
Je připravována elektrizace dalších tratí, již jednotným systémem 25 kV.

Výrazně zvyšuje podíl energeticky úsporné a environmentálně i ekonomicky výhodné elektrické vozby.

Zároveň též další liniová elektrizace rozšiřuje možnosti použití dvouzdrojových vozidel trolej/akumulátor:

- snižuje se délka úseků bez elektrizace a spolu s tím klesá potřebný dojezd vozidel při napájení z akumulátorů,**
- zvyšuje se počet železničních tratí a železničních stanic, kde lze za jízdy či za stání nabíjet akumulátory.**





Vozidlo odebírá z trakčního vedení energii nejen k dopravě vlaků na elektrizované trati, ale též (za jízdy či za stání) energii určenou k uložení do akumulátoru s následným určením k dopravě vlaků na neelektrizované trati. Tím vzniká ve srovnání s vozidla se spalovacími motory významná úspora energie.

Akumulátor slouží nejen k uložení energie potřebné odebrané z trakčního vedení pro pokrytí uvažovaného běhu vlaků, ale i pro uložení energie dodávané trakčními motory při rekuperačním brzdění.

To zejména u vlaků s častými zastávkami výrazně vylepšuje energetickou bilanci (snížení spotřeby o 10 až 30%).

Řešení pro částečně elektrizovanou železniční síť: dvouzdrojová vozidla trolej / akumulátor



Aktuální možnosti techniky (BEMU 25 kV/aku LTO):

- dojezd 80 až 120 km,
- nabití z trakčního vedení: 15 až 20 minut,
- životnost akumulátoru: 15 let,
- symetrické trakční vlastnosti – stejný (vysoký) trakční výkon z trakčního vedení i z akumulátoru => výrazné zrychlení dopravy na tratích bez elektrizace.
- atraktivní přímé rychlé spojení z centra regionu do jeho odlehlých oblastí

Vozidlo trolej/akumulátor: modifikace s palivovými články

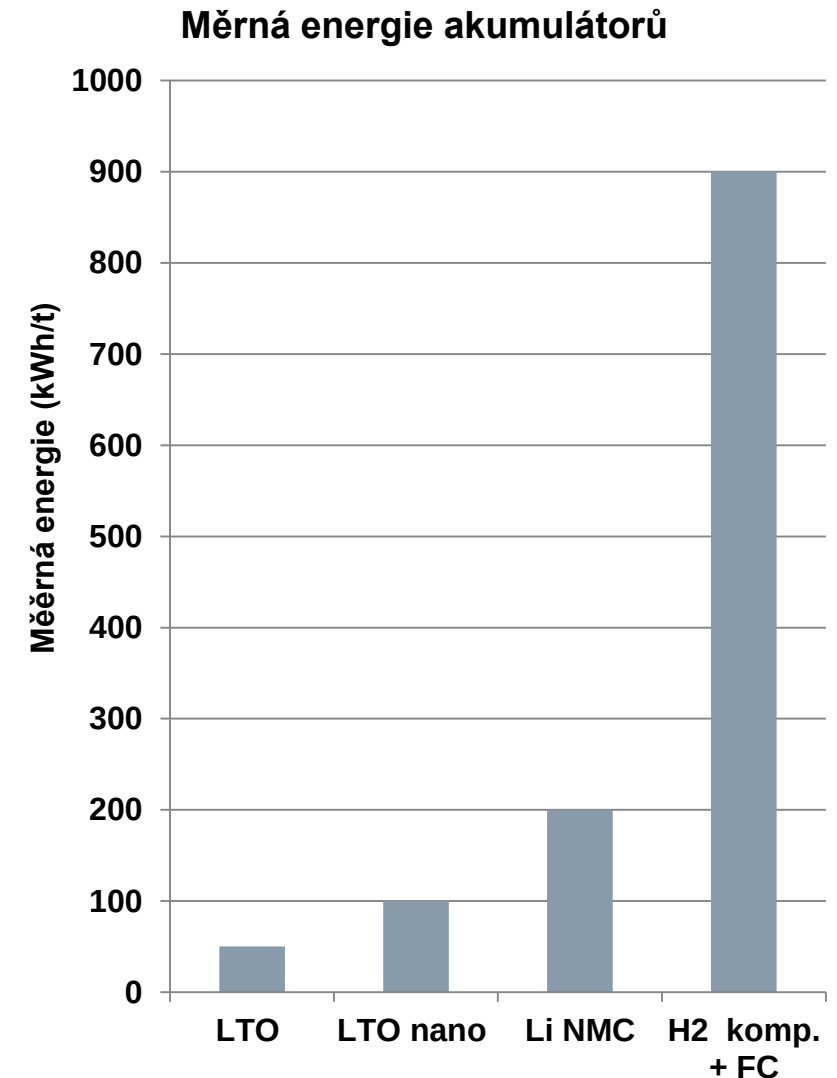
Výhodu dvouzdrojových vozidel trolej/akumulátor je již vybudovaná a stále se rozšiřující nabíjecí infrastruktura v podobě trakčních napájecích stanic a liniového trakčního vedení na elektrizovaných tratích:

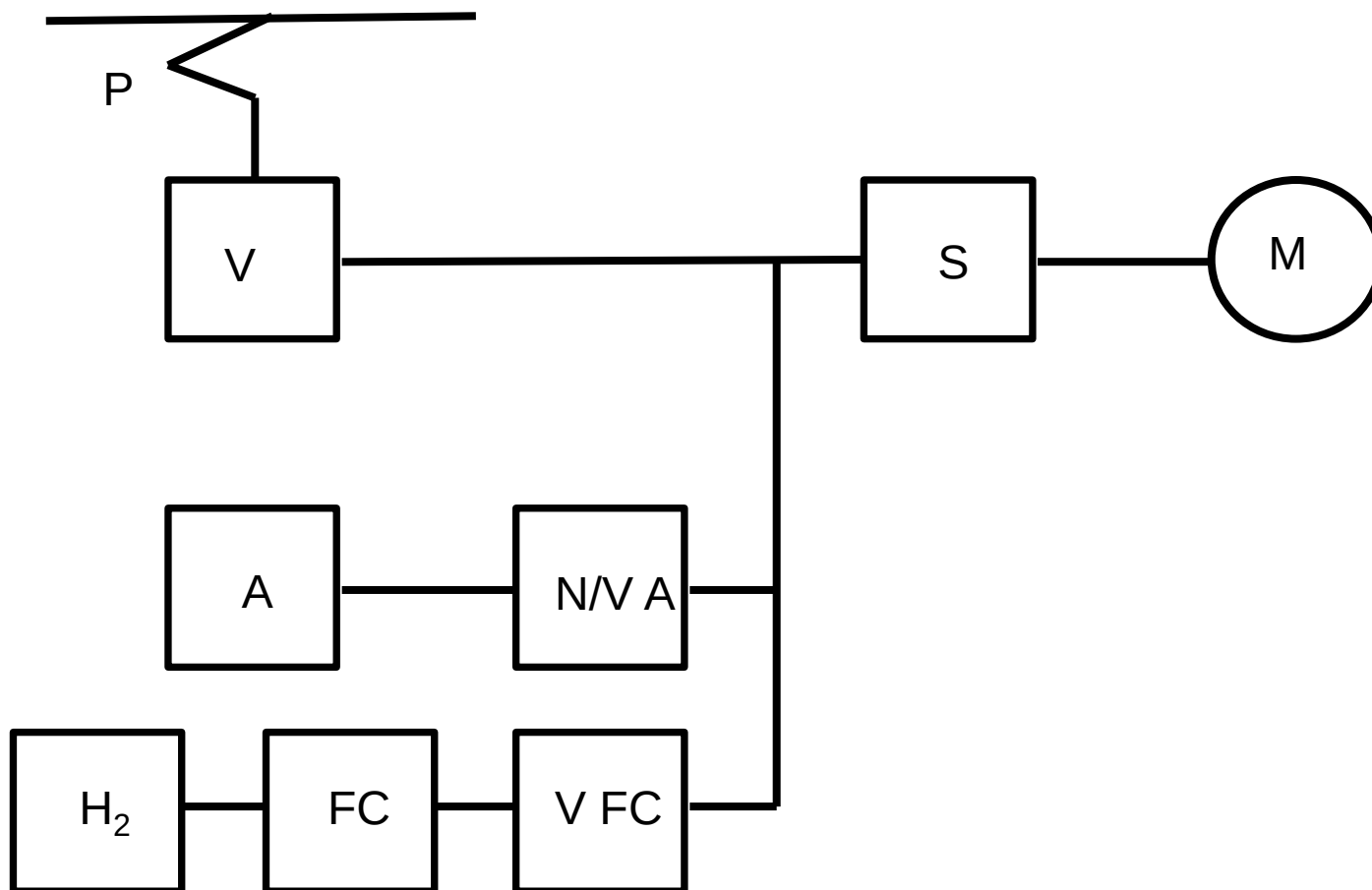
- možnost dynamického nabíjení za jízdy po elektrizované trati,
- možnost statického nabíjení za stání v elektrizované stanici.

Avšak v oblastech, kde liniová elektrizace železničních tratí dosud není a délka úseků bez elektrizace přesahuje reálné možnosti dojezdu vozidla napájeného z lithiových akumulátorů, je dočasným řešením použitím vozidla s palivovými články. Ty umožňují díky vyšší koncentraci nositele energie (vodík) delší dojezd (600 až 900 km).

Možné oblasti aplikace vodíkové technologie na železnici (přechodné řešení do doby liniové elektrizace):

- rychlíky v území bez liniové elektrizace (potřeba dlouhého dojezdu),
- regionální vlaky v oblastech bez liniové elektrizace (není kde nabíjet)





Palivové články pracují stálým výkonem. Proto jsou na vozidle (podobně spalovací motor s generátorem u hybridních pohonů) doplněny zásobníkem energie v podobě lithiového akumulátoru.

Akumulátor slouží k vyrovnání energetické bilance vozidla včetně ukládání rekuperované energie při elektrodynamickém brzdění.

Ukládání elektrické energie

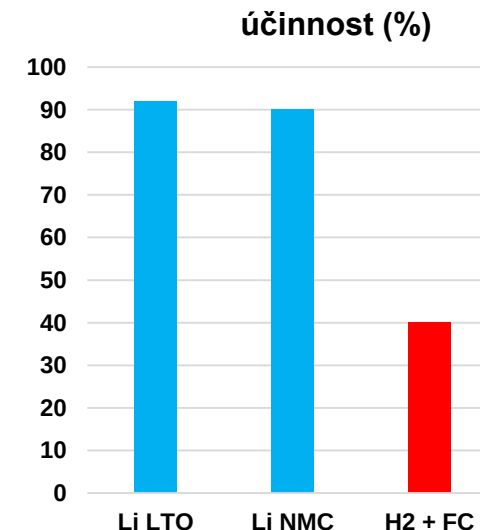
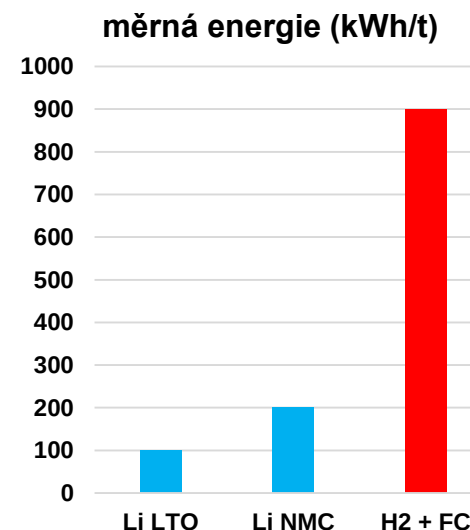
Primární články (otevřený cyklus) - vodík

Palivový článek vytváří elektřinu z vodíku vyrobeného elektrolýzou:

- účinnost řetězce elektrolýza (60 %), palivový článek (65 %) = 40 %
- měrná energie vodíku je 33 000 kWh/t, ale tlaková nádoba (kompozit) ji snižuje na 1 500 kWh/t a účinnost palivového článku na 900 kWh/t,
- vyžaduje práci stálým výkonem => potřebuje vyrovnávací akumulátor,
- neumí rekuperovat brzdovou energii => potřebuje vyrovnávací akumulátor.

Sekundární články (uzavřený cyklus) – lithiové akumulátory

- účinnost kolem 90 %,
- umí pracovat proměnným (i vysokým) výkonem (zejména robustní LTO),
- umí rekuperovat brzdovou energii,
- měrná energie aktuálně (inovacemi trvale roste):
 - robustní (LTO) 100 kWh/t (vhodné pro rychlé nabíjení a vybíjení),
 - jemné (například NMC) 200 kWh/t (vhodné pro velký dojezd).

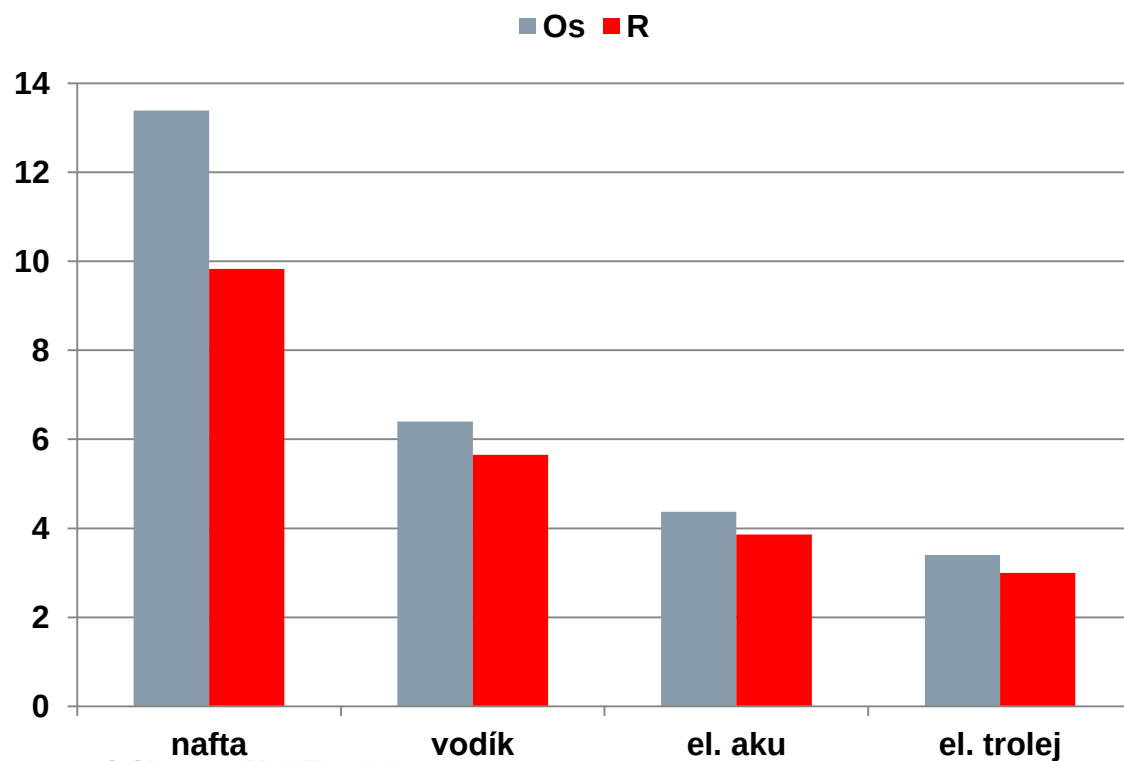


Porovnání spotřeby energie a nákladů na energii (dvouvozová jednotka)

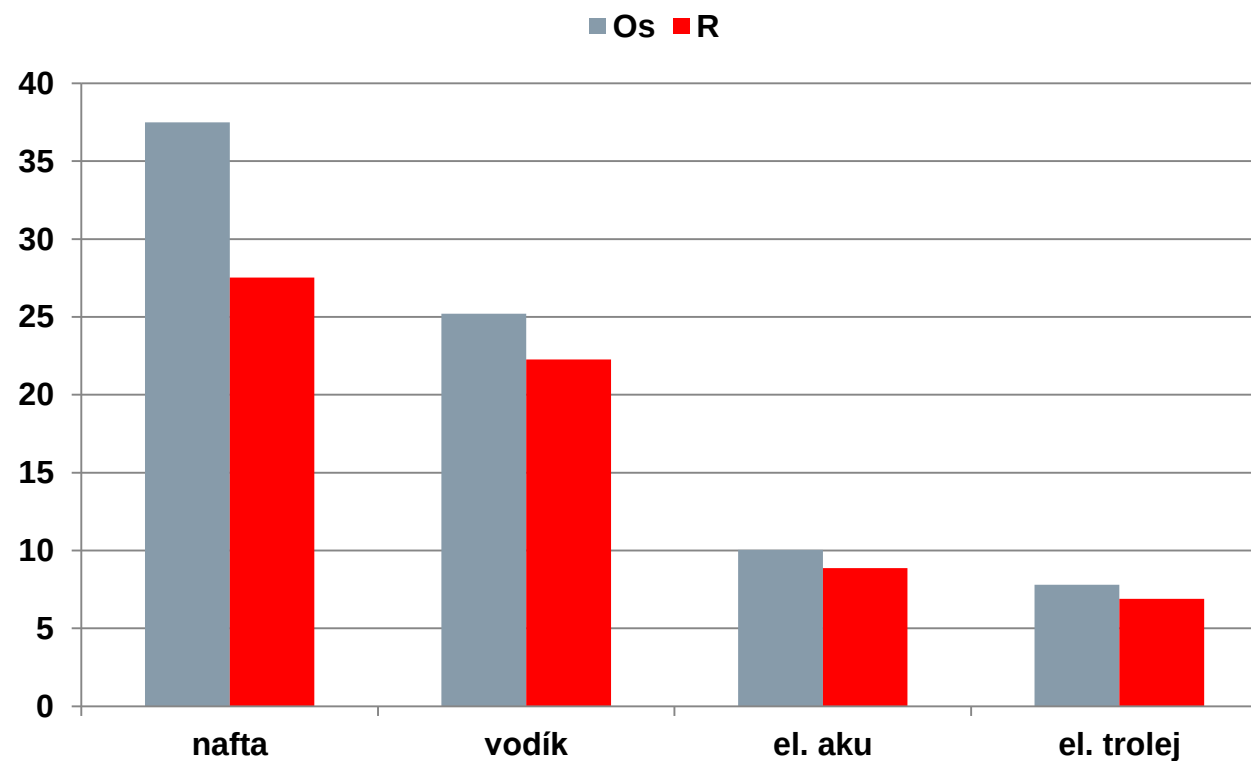
Z hlediska spotřeby energie a nákladů na energii je vodíková technologie:

- energeticky úspornější a nákladově levnější než naftový pohon,
- energeticky náročnější a nákladově dražší než elektrické liniové či akumulátorové napájení

spotřeba energie (kWh/km)



náklady na energii (Kč/km)



1 kg vodíku je nositelem 33,2 kWh spalného tepla, respektive 27,6 kWh/kg výhřevnosti, ale za normálního tlaku zaujímá objem 11 m³, a proto musí být stlačován a uchováván, respektive přepravován, v pevných tlakových nádobách. Ty jsou v případě oceli zhruba 50 x těžší než vodík, který je v nich obsažen. Tento poměr nezáleží u válcových nádob na stupni stlačení – s růstem tlaku klesá objem nádoby, ale roste tloušťka stěny. Plus roste spotřeba energie pro stlačování.

Při přepravě vodíku automobily je brutto hmotnost vozidla přibližně 100 krát vyšší než netto hmotnost přepravovaného vodíku. Tato skutečnost (plus efekt prázdné jízdy transportního automobilu zpět) omezuje ekonomickou použitelnost vodíku jen v nedaleké vzdálenosti od jeho výroby, jinak by byly přepravní náklady velmi vysoké.

Proto je v případě nadlimitně velkých odběrů, které mohou představovat i železniční aplikace, výhodné vyrábět vodík v místě spotřeby a využívat jej nejen pro železnici, ale i pro autobusy a osobní automobily.

Zásobníky			
látk		vodík	vodík
měrné spalné teplo	kWh/kg	33,2	33,2
měrná hmotnost při atmosférickém tlaku	kg/m ³	0,09	0,09
měrný objem při atmosférickém tlaku	m ³ /kg	11,11	11,11
měrné spalné teplo na objem při atm. tlaku	kWh/m ³	2,99	2,99
atmosferický tlak	bar	1	1
skaldovací přetlak	bar	350	350
měrný objem při skladovacím tlaku	m ³ /kg	0,032	0,032
měrná hmotnost při skladovacím tlaku	kg/m ³	31,59	31,59
měrné spalné teplo na objem při sklad. tlaku	kWh/m ³	1 049	1 049
materiál nádoby		ocel	kompozit
měrná hmotnost nádoby	kg/m ³ /bar	4,5	1,9
gradient hmotnosti nádoby	kg/m ³	1 575	665
poměr hmotnosti nádoby k hmotnosti paliva	kg/kg	50	21
měrné spalné teplo včetně hmotnosti nádoby	kWh/kg	0,65	1,51
účinnost palivového článku (ke spal. teplu)	%	60	60
měrná využitelná energie	kWh/kg	0,39	0,90

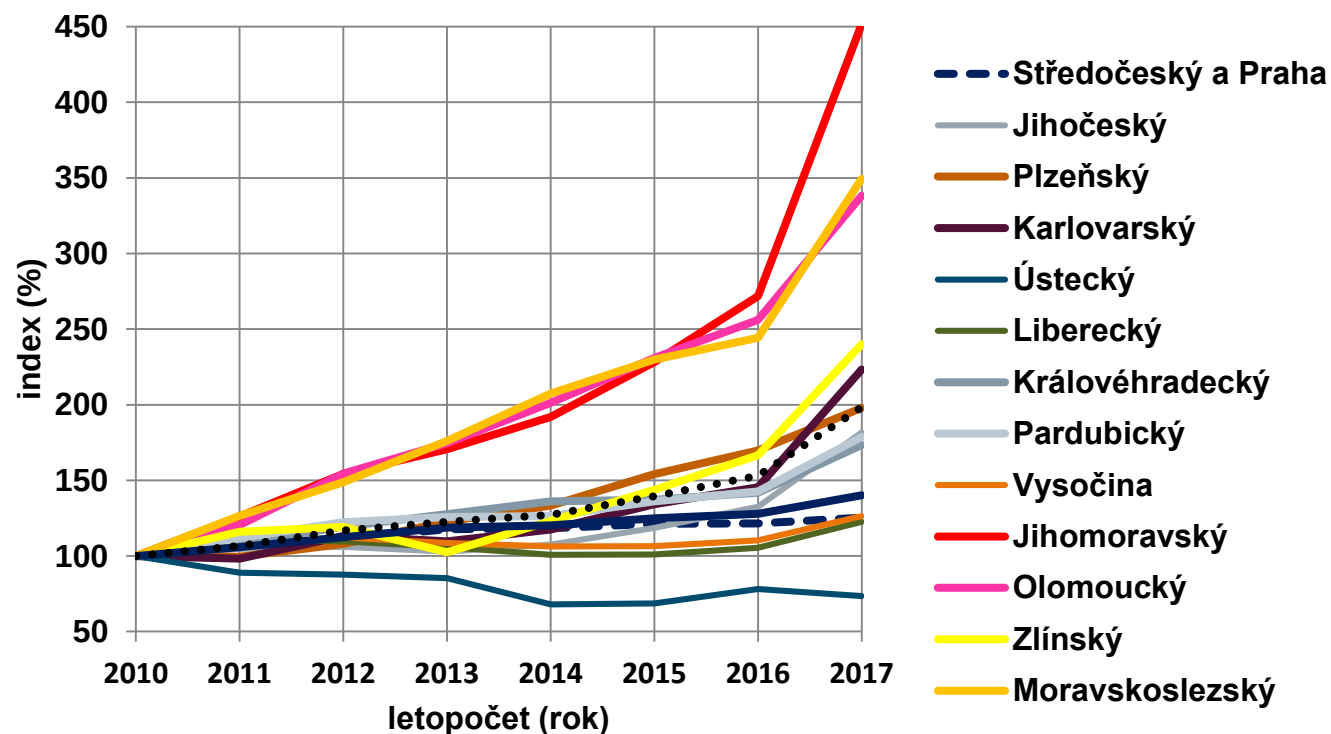
Úspěch koridorů

Generátorem růstu přepravních výkonů železniční osobní dopravy je dálková doprava.

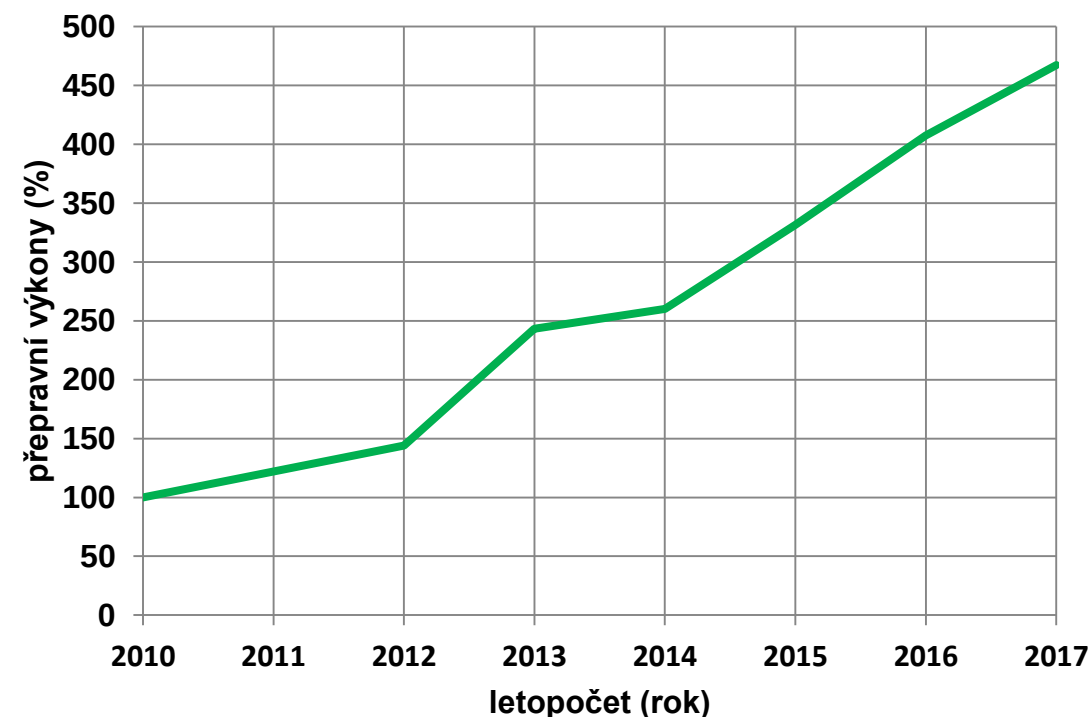
Modernizované tratě, taktový jízdní řád a nová vozidla zvýšily atraktivitu přepravní nabídky dálkové železniční dopravy.

Nastal intenzivní rozvoj dálkové železniční dopravy mezi Prahou a kraji (přeprava cestujících vzrostla mezi roky 2010 a 2017 na 198 %, přepravní výkony vzrostly v průběhu 7 let v průměru na 243 %). Mezi jednotlivými kraji jsou však zásadní rozdíly. Mezystátní osobní železniční přeprava narostla v průběhu 7 let 2010 až 2017 téměř na pětinasobek.

cestování železnicí z Prahy a do Prahy (rok 2010: 100 %)



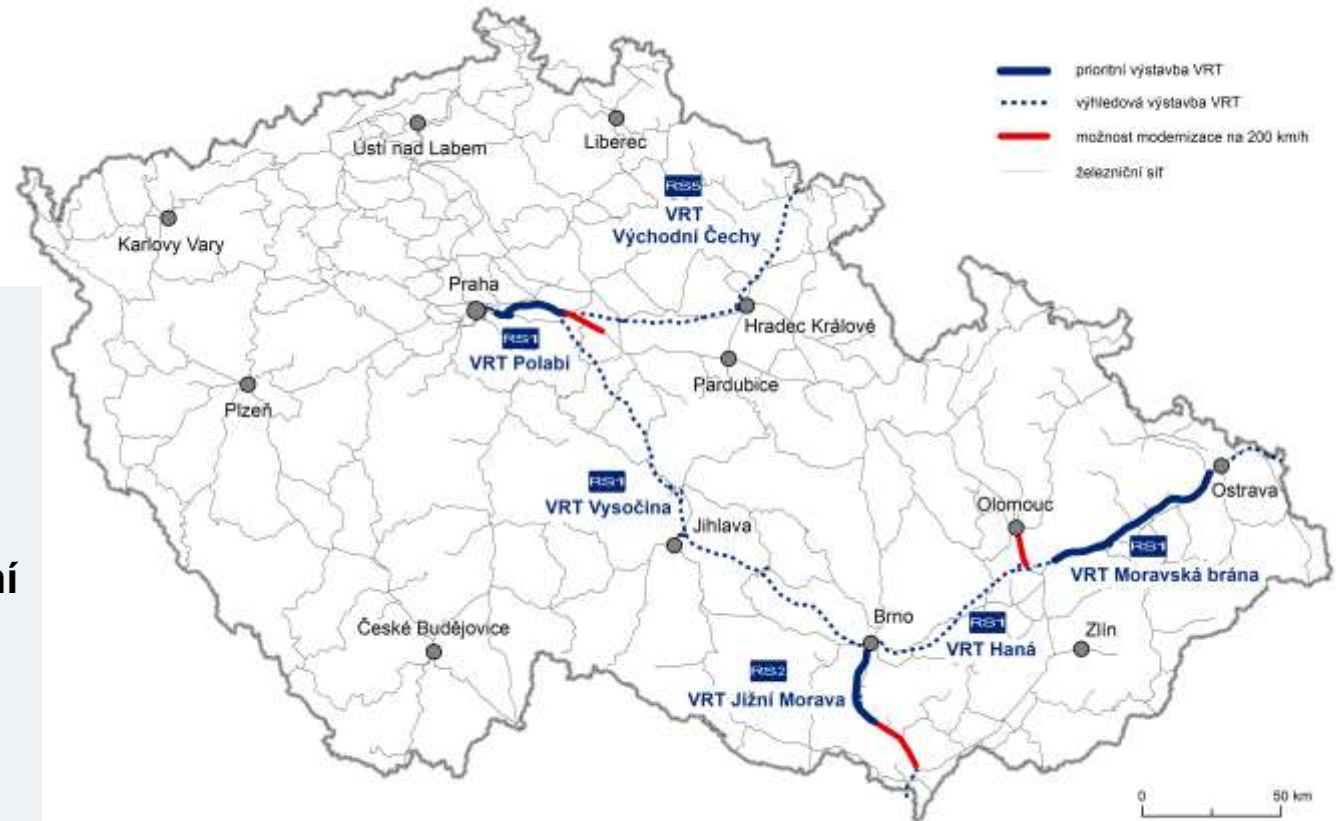
přepravní výkony mezystátní osobní železniční dopravy v ČR (2010: 100 %)



Pilotní úseky vysokorychlostních tratí v ČR (realizace kolem roku 2025)

Přínosy pilotního projektu vysokorychlostních železnic:

- zvýšení rychlosti dálkových vlaků na 230 km/h (první úseky) a následně 320 km/h (delší úseky)
- získání další kapacity nové železniční dopravní cesty
- uvolnění konvenčních tratí pro regionální a nákladní dopravu a zvýšení jejich kapacity odkloněním části nejrychlejších vlaků,
- vznik dvou z části redundantních sítí.



Vysokorychlostní železnice Praha - Brno



Není důvod ztrácet čas (2 hodiny) a energii (75 kWh a 19 kg CO₂ na osobu) jízdou automobilem z Prahy do Brna.

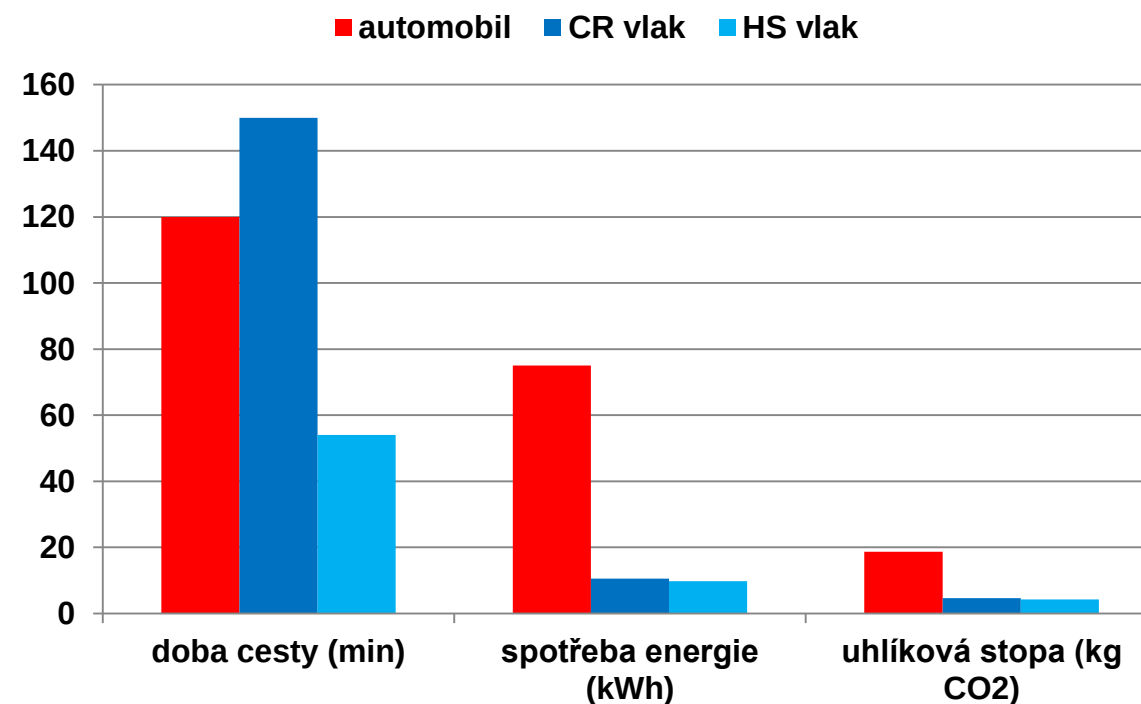
Vysokorychlostní vlak to zvládne za 50 minut (centrum – centrum), respektive za 40 minut (terminál P + CH + R Jirny – terminál P + CH + R Vídeňská) k práci využitelného času (train office).

Spotřebuje k tomu jen 10 kWh a 4 kg CO₂ (perspektivně OZE: 0 kg CO₂) na osobu.



© Siemens Mobility 2019

jedna cesta jednoho cestujícího Praha - Brno



Závěr

Dekarbonizace dopravy je reálně řešitelná, technické nástroje k tomu existují a budou stále vyspělejší a ekonomicky výhodnější.

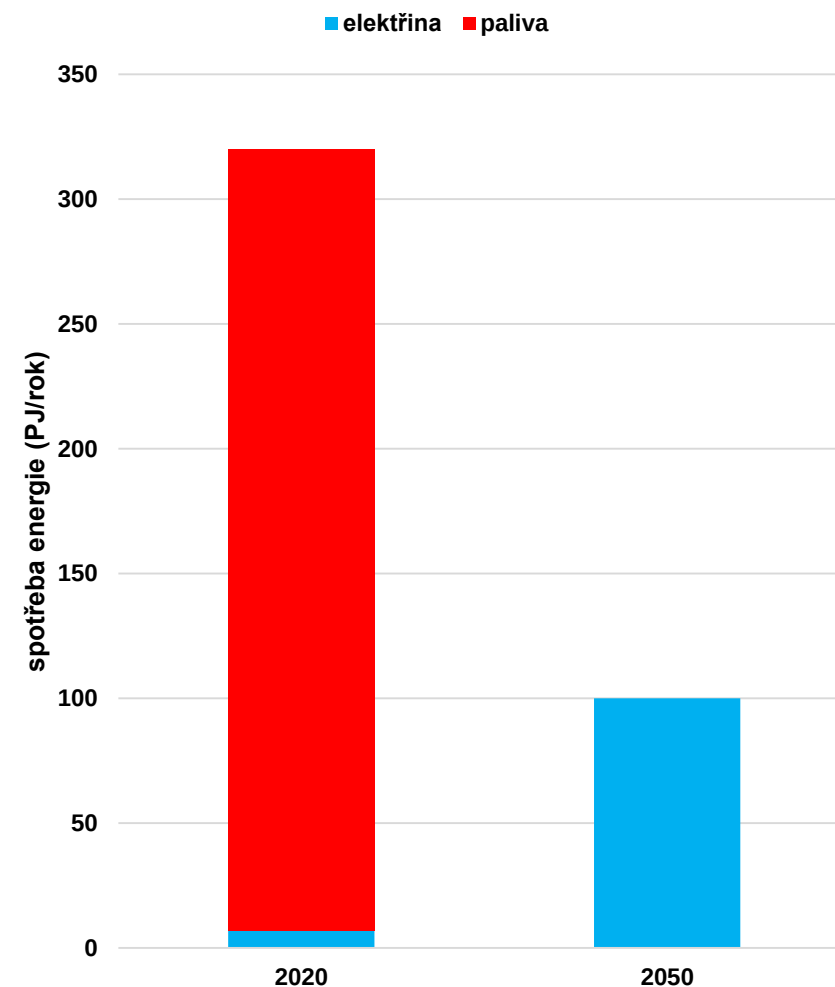
Zásadním tématem je propojení dopravy s energetikou a s péčí o životní prostředí, a to jak z pohledu globálních exhalací, tak i lokálních exhalací.

Ve výchozím roce 2020 bude pro dopravu v ČR potřeba 320 PJ/rok (313 PJ/rok uhlovodíková paliva, 7 PJ/rok elektřina).

V horizontu roku 2050 bude pro dopravu v ČR potřeba pro stejné přepravní výkony (120 mld. os km/rok, 80 mld. netto tkm/rok) jen 100 PJ/rok (0 PJ/rok uhlovodíková paliva, 100 PJ/rok (28 TWh/rok) elektřina).

Technická řešení k naplnění těchto cílů jsou k dispozici.

konečná spotřeba energie pro dopravu v ČR



Děkuji Vám za Vaši pozornost!



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

Siemensova 1
155 00 Praha
Česká republika

Mobilit: +420 724 014 931

E-mail: jiri.pohl@siemens.com