



UHLÍKOVÁ
STOPATEXT: JIŘÍ POHL
FOTO: SIEMENS, ARCHIV ČD

LIDSTVO SE ROZHODLO ODMÍTNOUT FOSILNÍ PALIVA

O změně klimatu se v posledních letech mluví čím dál častěji. Není to jen vzdálené téma z novin či televize, týká se každodenní reality všech lidí na planetě. I vy můžete svým chováním přispět ke snížení produkce skleníkových plynů. Mimo jiné tak, že začnete více používat železnici. Moderní dálkové vlaky v elektrické trakci mají asi desetkrát menší spotřebu energie na člověka a pětkrát menší uhlíkovou stopu než automobily. Nevěříte? Ukážeme vám, jak si to spočítat.



Až do 18. století žilo lidstvo v energetické rovnováze s přírodou. Lidé využívali jen energii slunečního záření, zejména transformovanou přes fotosyntézu, která jim v podobě rostlin vytvářela stavební materiál, topivo i potravu pro ně samotné i pro jimi chovaná zvířata. Nebyl to snadný způsob života, vyžadoval hodně namáhavé lidské práce i skromnost ve spotřebě. Avšak po staletí fungoval, a hlavně byl trvale udržitelný.

Uhlí a ropa změnilы svět

Objev fosilních paliv, zpočátku uhlí, následně i ropy a zemního plynu, dal lidské společnosti obrovské zdroje energie. To umožnilo lidstvu do té doby nevídaný rozkvět. Díky energii fosilních paliv se lidstvo v průběhu 19. a 20. století posunulo zásadním způsobem vpřed. Dostatek snadno dostupné a hojné energie umožnil prudký rozvoj průmyslu, bydlení a dopravy. To přineslo i rozvoj vzdělanosti, volnočasových aktivit a lékařské péče. Došlo ke změně životního stylu i prodloužení délky lidského života, utlumily se války i revoluce, vznikla kultivovaná občanská společnost.

Známý výrok anglického historika a sociologa Henryho Thomase Buckleho (1821–1862), že parní lokomotiva učinila pro sblížení lidstva více než všichni filosofové, básníci a proroci od začátku světa, je možné zevšeobecnit na poznání, že používání fosilních paliv změnilo svět více než všichni vládcové, politické strany, režimy, války a revoluce. Avšak není na místě hovořit v minulém čase, i náš současný životní styl je na použití fosilních paliv silně závislý. Na jednoho občana České republiky připadá denní primární spotřeba 95 kWh energie uhlí, ropných produktů a zemního plynu. To je energetický ekvivalent 9,5 litru nafty. Každému z nás trvale někde hoří ohniček z fosilních paliv o výkonu téměř 4 kW.

Hrozba klimatických změn

Fosilní paliva těžíme proto, abychom jejich spalováním využili uvolněnou energii ke svému prospěchu. Avšak v přírodě platí nejen zákon zachování energie, ale i zákon zachování hmoty. Uhlík obsažený ve fosilních palivech se při jejich spalování neztrácí, ale v podobě oxidu uhličitého se přesouvá z podzemí do zemského obalu a zvyšuje jeho tepelněizolační schopnost. Kvůli spalování fosilních paliv se již množství oxidu uhličitého v zemském obalu od 18. století do současnosti zvýšilo o 46 procent. Z původních 3 500 miliard tun oxidu uhličitého (CO₂) na nynějších 5 100 miliard tun. Oteplení Země vzrostlo o více než 1 stupeň Celsia

VÝPOČET UHLÍKOVÉ STOPY

a) osobní automobil

$$u_a = e \cdot k = 0,500 \text{ kWh/oskm} \times 0,265 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 0,133 \text{ kg CO}_2/\text{oskm}$$

b) dálkový vlak v elektrické trakci

$$u_{zde} = e \cdot k = 0,050 \text{ kWh/oskm} \times 0,500 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 0,025 \text{ kg CO}_2/\text{oskm}$$

u_a	uhlíková stopa automobilu
u_{zde}	uhlíková stopa na železnici (dálkový elektrický vlak)
e	měrná spotřeba energie na jednotku přepravní práce
k	měrná produkce oxidu uhličitého na jednotku energie
oskm	osobokilometr (osobový kilometr)

a globální oteplování se stalo zřetelnou realitou. Z pohledu lidského měřítka času jde o nevratný proces, oxid uhličitý se totiž ze zemského obalu prakticky neodbourává.

S vědomím těchto skutečností se lidstvo rozhodlo přestat používat fosilní paliva a nahradit je obnovitelnými zdroji. Jakkoli jde zřejmě o nejzásadnější rozhodnutí v dějinách, je to technicky i ekonomicky zvládnutelný krok. Stačí si pro příklad uvědomit, že energii, kterou ročně lidé získávají spalováním fosilních paliv (což znamená produkci zhruba 34 miliard tun CO₂) posílá Slunce na průmět planety Země každých 40 minut – bez emisí.

Doprava jako znečišťovatel

Doprava patří v Česku k největším spotřebitelům energie. V tomto směru již překonala i průmysl. Spotřeba energie pro dopravu

u nás dokonce trvale roste a přitom je z 93 procent tvořena fosilními palivy. V důsledku těchto skutečností produkuje doprava v ČR ročně více než 20 milionů tun oxidu uhličitého, tedy v průměru přibližně dvě tuny na obyvatele za rok, což je více než dvojnásobek oproti produkci oxidu uhličitého v průmyslu.

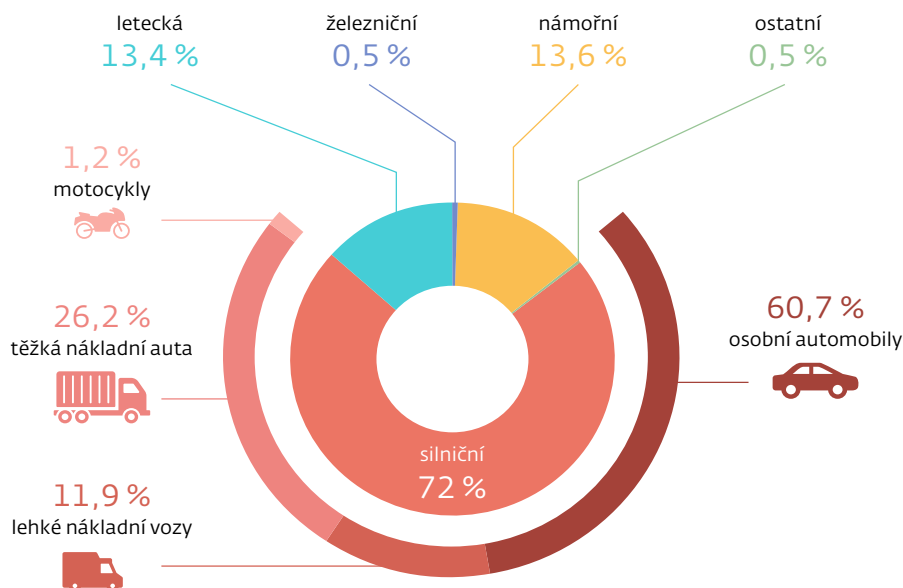
Z těchto důvodů je snižování produkce oxidu uhličitého v dopravě velmi aktuálním tématem. Není potřeba čekat na zásahy centrálních orgánů světa, Evropské unie či naší republiky. Každý z nás může začít sám u sebe, u svých vlastních cest. Není nic složitého na tom si svoji uhlíkovou stopu spočítat. K tomu slouží velmi jednoduché počty na úrovni základní školy, žádná vysoká matematika. V prvním kroku je potřebné si spočítat spotřebu energie a z té pak odvodit produkci oxidu uhličitého.

Když jedete po silnici

Energetická náročnost automobilové dopravy je velmi vysoká! Mohou za to faktory jako nízká účinnost spalovacího motoru, vysoký odpor valení pneumatik po asfaltové vozovce, vysoký aerodynamický odpor krátkých samostatně jedoucích vozidel, absence rekuperačního brzdění i nízké střední obsazení sedadel ve voze. Pro Českou republiku je typická kombinace rychlé jízdy po dálnici a jízdy v městském provozu, což vede ke spotřebě kolem 6,5 litru nafty na 100 km. To při středním obsazení automobilu 1,3 osoby a výhřevnosti nafty 10 kWh/litr dává měrnou spotřebu energie 0,5 kWh na osobokilometr.

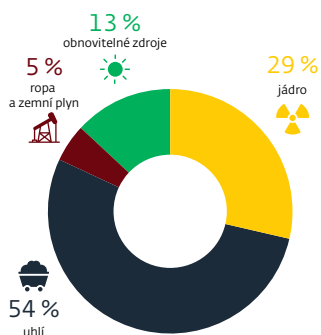
Emise CO₂ produkované v dopravě

Podíl emisí dle druhu dopravy





Výroba elektřiny v ČR Rozdělení dle zdroje



Zdroj: MPO, Eurostat (2016)

Spálením jednoho litru ropné nafty vzniká 2,65 kg oxidu uhličitého, tedy 0,265 kg CO₂/kWh. Součin měrné spotřeby energie k přepravě osob a měrné produkce oxidu uhličitého při spalování paliv dává měrnou produkci produkce oxidu uhličitého k přepravě osob. To znamená měrnou uhlíkovou stopu přepravy osob automobilem poháněným ropnou naftou v hodnotě 0,133 kg CO₂ na osobokilometr. Tento výsledek je ve všech zemích světa zhruba stejný, může se jen mírně lišit podílem biologické složky (metylester řepkového oleje) v motorové naftě, což však ovlivní výsledek v řádu jednotek procent.

Když použijete železnici

Naopak energetická náročnost železniční dopravy je nízká. Může za to vliv vysoké účinnosti elektrického trakčního pohonu, který je na železnici široce zaveden, nízký odpor valení ocelových kol po ocelových kolejnicích, nízký aerodynamický odpor dlouhých štíhlých vozidel v zákrytu tvořících

vlak, využívání rekuperačního brzdění i vyšší střední obsazení na atraktivních linkách.

Například v dálkové železniční dopravě na konvenčních tratích s rychlostí 160 km/h a s elektrickou vozbou dosahuje specifická spotřeba elektrické energie jen 0,025 kWh/t (EC/IC vlaky). To při hmotnosti na sedadlo 1 tuna (pohodlný dálkový vlak o hmotnosti 500 nabízí cestujícím 500 sedadel) a při padesátiprocentním středním obsazení sedadel (tedy 250 cestujících na 500 sedadel) dává měrnou spotřebu energie 0,050 kWh na osobokilometr.

Energetický mix

Měrná produkce oxidu uhličitého při výrobě elektrické energie (měrná uhlíková stopa elektřiny) závisí v každé zemi na podílu výroby elektrické energie v elektrárnách spalujících fosilní paliva na celkové výrobě elektrické energie, tedy na energetickém mixu. Uhelné elektrárny produkují zhruba 1 kg CO₂ na 1 kWh elektrické energie. Při současném přibližně padesátiprocentním podílu uhelných elektráren na celkové výrobě elektrické

energie v ČR činí uhlíková stopa elektřiny v ČR zhruba 0,5 kg CO₂/kWh (s tendencí k poklesu).

Součin měrné spotřeby elektrické energie a měrné produkce oxidu uhličitého při výrobě elektrické energie dává měrnou produkci produkce oxidu uhličitého neboli měrnou uhlíkovou stopu přepravy osob. Pro současnou dálkovou železniční osobní dopravu elektrickou vozbou v České republice lze vypočítat měrnou produkci produkce oxidu uhličitého na 0,025 kg CO₂ na osobokilometr.

To znamená, že uhlíková stopa přepravy cestujícího dálkovým elektrickým vlakem nejvyšší rychlostí 160 km/h má v Česku v současné době zhruba pětkrát menší hodnotu než při přepravě cestujícího naftou poháněným automobilem, který však může využívat rychlost jen 130 km/h. Konečná spotřeba energie je tak v dálkové železniční dopravě desetkrát menší než u automobilů.

Uhlovodíková paliva pro spalovací motory (automobilový benzín, motorová nafta či metan) jsou na celém světě přibližně stejná a v čase jen málo proměnná (mohou se jen

ZELENÁ DOHODA PRO EVROPU



Vybíráme z dokumentu Evropské komise z prosince 2019:

„Komise již představila jasnou vizi, jak do roku 2050 dosáhnout klimatické neutrality.“

„Musíme vytvořit energetické odvětví, které bude založeno převážně na obnovitelných zdrojích, což bude doplněno rychlým vyřazením uhlí a dekarbonizace plynu.“

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

„Prioritou bude přesunout významnou část vnitrozemské nákladní přepravy (75 procent), kterou dnes zajišťuje silniční síť, na železnici a vodní cesty.“



PŘÍKLAD Z POČETNICE

Potenciál úspor energie převodem cestování z automobilů do vlaků je značný. Dokládá to i jednoduchý příklad. Firma z Prahy posílá každý týden svého pracovníka na jednání do Brna, což reprezentuje po odečtení dovolené 48 jízd ročně. Pracovník cestuje sám automobilem se spotřebou při rychlé jízdě 6 litrů nafty na 100 km. Bilance jeho cest automobilem je následující:

Každý rok tento pracovník:

- ujede 20 160 kilometrů (48 x 2 x 210)
- spotřebuje 1 210 litrů nafty (20 160 x 6 / 100)
- spotřebuje 12 100 kWh energie (10 x 1 210)
- vyprodukuje 3 207 kg oxidu uhličitého (2,65 x 1 210)

Pokud se však pracovník rozhodne využít čas strávený cestováním nikoli k řízení automobilu, ale ke kvalifikované práci pro svého zaměstnavatele („train office“), k čemuž má ve vlaku ideální podmínky (pracovní stůl, individuální osvětlení, zásuvka 230 V, bezdrátová datová wi-fi síť, klimatizace, WC, catering apod.), tak se kromě produktivního využití pracovní doby promění roční bilance jeho cesty při náhradě vlakem následovně:

- ujede 24 480 km (48 x 2 x 255)
- spotřebuje 1 224 kWh energie (0,05 x 24 480)
- vyprodukuje 612 kg oxidu uhličitého (0,5 x 1 224)
- v uvedeném příkladu tedy pracovník ročně ušetří 10 876 kWh energie a 2 595 kg CO₂

Pokud by firma ve snaze po své uhlíkové neutralitě chtěla dlouhodobě vytvořit stejnou úsporu oxidu uhličitého jako při trvalé náhradě automobilu vlakem (tedy v úrovni 2 595 kg/rok) ukládním oxidu uhličitého do dřevní hmoty, musela by vysázet 0,38 hektaru nového lesa, neboť hektar lesa ukládá do dřevní hmoty v průměru zhruba 6,8 tuny oxidu uhličitého ročně. Vysazování nového lesa je jistě velmi záslužná aktivita. Avšak v klidně jedoucím tlakotěsném voze, u talíře se svíčkou a se sklenicí s čepovaným pivem jde tvorba úspor oxidu uhličitého přece jen pohodlněji. Ale vůbec to nevylučuje možnost jít o víkendů kus lesa vysadit.

mírně lišit poměrnou přísadou biologické složky). Jejich uhlíková stopa se tedy nemění, a to ani teritoriálně, ani v čase. Automobil se chová všude stejně, takže v literatuře publikované parametry se dají všeobecně použít.

V případě elektrické energie je situace jiná. Jednotlivé země se s ohledem na své specifické přírodní podmínky a vztah ke zdravému ovzduší výrazně odlišují v podílu fosilních elektráren na celkové výrobě elektrické energie. Česká republika má podíl uhelných elektráren na výrobě elektrické energie asi 50 procent, Slovensko 20 procent a Rakousko 10 procent. Tedy týž elektrický vlak po přejezdu státní hranice z Česka na Slovensko sníží svoji uhlíkovou stopu 2,5 krát a po přejezdu státní hranice z Česka do Rakouska sníží svoji uhlíkovou stopu na pětinu. Takový poměr platí ovšem nyní, i u nás se ale podnikají kroky k náhradě části uhelných elektráren obnovitelnými zdroji energie. V praxi to znamená, že i v Česku v příštích letech poklesne uhlíková stopa elektřiny, a tím i uhlíková stopa vlakové dopravy s elektrickou vozbou.

Konkrétní závazky

Vláda České republiky přijala dne 13. ledna 2020 Vnitrostátní plán v oblasti energetiky a klimatu. V tomto dokumentu se zavázala vytvořit v období 2021 až 2030 zvyšováním energetické účinnosti kumulativní úsporu konečné spotřeby energie 462 PJ, tedy 128 miliard kWh. To je téměř stonásobek roční spotřeby trakční elektrické energie na železnicích v Česku. Dále chce vláda snížit produkci oxidu uhličitého ze 116 milionů tun ročně na 104 miliony tun ročně.

Převod přeprav ze silnice na železnici je k tomu velmi účinným nástrojem. Železnice se snaží motivovat cestující i přepravce k přechodu z automobilů do vlaku svojí bezpečností, spolehlivostí, dochvilností, rychlostí a pohodlím. A též zvyšuje svoji kapacitu s cílem tuto zvýšenou poptávku zvládnout, neboť i dostatečná kvantita je součástí kvality. Nehledě na to ale každý člověk může už dnes začít sám u sebe a vyřešit si, zda se chce chovat ekologicky a myslet na budoucnost lidstva. Neodkládejte rozhodnutí na zítra. ■

CO JE UHLÍKOVÁ STOPA

Jde o měřítko dopadu lidské činnosti na klimatické změny. Je nepřímým ukazatelem spotřeby energií fosilních paliv. Jde o množství skleníkových plynů vytvořených při určité aktivitě. Uhlíkovou stopu je možné stanovit na různých úrovních – národní, městské, individuální či na úrovni podniku, výrobku či služby. Obvykle se vyjadřuje v ekvivalentech hmotnosti CO₂.