

Uhlíková stopa LPG Vztah k ostatným palivám

Vedecká štúdia

O autoroch

Atlantic Consulting, nezávislá súkromná firma so sídlom v Zürichu a Londýne, sa špecializuje na hodnotenie environmentálnych vplyvov. Od svojho založenia v roku 1994 vykonala spoločnosť stovky analýz pre vlády, mimovládne organizácie a obchodné spoločnosti. Jej generálny riaditeľ Eric Johnson je zároveň vydavateľom časopisu Environmental Impact Assessment Review, riaditeľom Zeleného kríža, poradcom Fondu na nápravu globálneho znečistenia a nominovaným hodnotiteľom zoznamu IPCC. Riaditeľ Derek Smith sa zameriava na poradenstvo v oblasti politik. Predtým bol samostatným environmentálnym poradcom pre Ernst & Young a BP.

Táto publikácia ani žiadna jej časť sa nesmie reprodukovat', uložiť do vyhľadávacieho systému, alebo preniesť v akejkoľvek forme alebo akýmkoľvek prostriedkami, elektronicky, mechanicky, fotokopírovaním, nahrávaním ani inak bez predchádzajúceho písomného súhlasu Atlantic Consulting.

Všetky informácie uvedené v tejto správe sú overené podľa najlepšieho vedomia a svedomia autorov a vydavateľa. Atlantic Consulting však nepreberá žiadnu zodpovednosť za akékoľvek dôsledky vyplývajúce zo spoliehania sa na informácie uvedené v tomto dokumente.

Podakovanie: Túto štúdiu financovali členovia AEGPL, európskeho združenia odvetvia LPG.

Atlantic Consulting
Obstgartenstrasse 14
8136 Gattikon, Švajčiarsko

I Predslov: Prípád LPG

Tento dokument o uhlíkovej stope LPG vo vzťahu k ostatným palivám je jedným zo série súhrnov o LPG pre tvorcov politiky v Európe.

Ďalšie súhrny vymedzujú postavenie LPG vo vzťahu k ostatným dôležitým politickým problémom Európskej únie vrátane zlepšovania kvality miestneho ovzdušia, zvyšovania bezpečnosti dodávok energie a podporovania bezpečného využívania energie.

Tieto súhrny sú určené tvorcom politiky, zainteresovaným stranám v oblasti politiky energetiky a životného prostredia a samotnému odvetviu LPG, ktorým majú poskytnúť spoľahlivé, kvantifikované a nezávislé hodnotenie postavenia LPG.

Tento dokument predkladá závery komplexnej rešerše literatúry a syntézy príslušných štúdií o uhlíkovej stope LPG a o stopách ostatných palív, pričom čerpá z naj dôveryhodnejších a najnovších dostupných zdrojov.

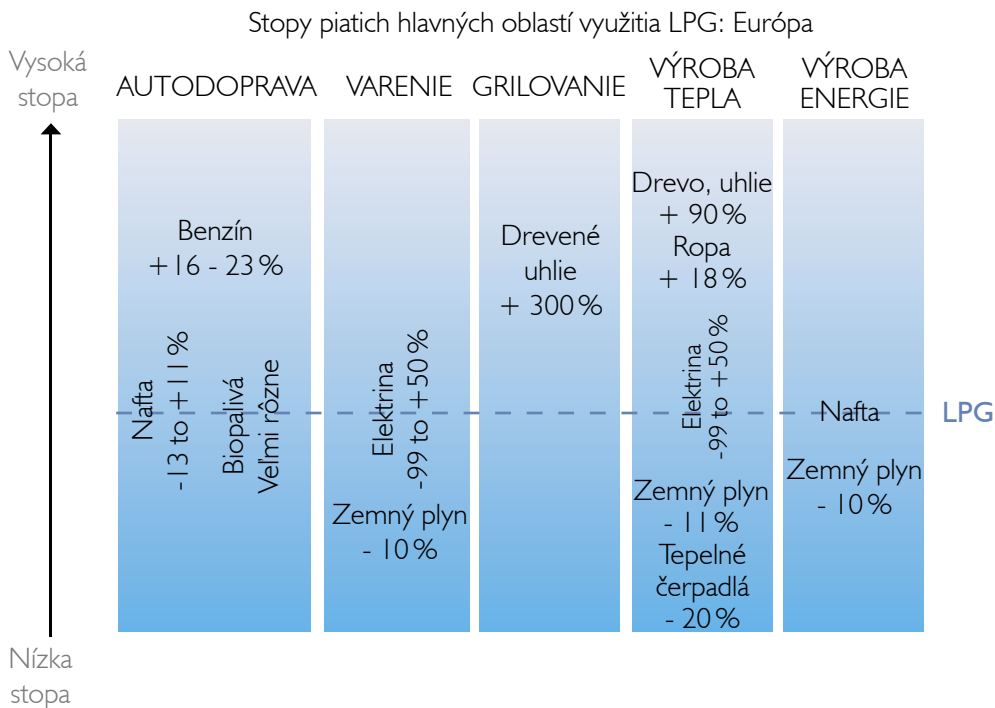
LPG, zmes plyných uhľovodíkov, ktoré vznikajú pri ťažbe zemného plynu a ropy, ako aj v priebehu rafinácie, má tri fyzikálne vlastnosti, ktoré sú pre jeho uhlíkovú stopu osobitne relevantné:

- V porovnaní s väčšinou uhľovodíkov má LPG nízky pomer uhlíka k vodíku, čo znamená, že vytvára menšie množstvá oxidu uhličitého na množstvo vyrobeného tepla.
- Aj keď sú tepelné hodnoty LPG do určitej miery prirodzene variabilné v dôsledku konkrétnych pomerov butánu a propánu v určitej vzorke, má porovnateľne vysokú výhrevnosť, čo znamená, že obsahuje viac energie na kilogram ako väčšina konkurenčných palív.
- Podľa Medzivládneho panelu OSN o klimatických zmenách (IPCC) LPG nie je skleníkový plyn, čo znamená, že jeho faktor potenciálu globálneho otepľovania je nulový. IPCC uvádza faktor potenciálu globálneho otepľovania CO₂ ako 1 a metánu ako 25.

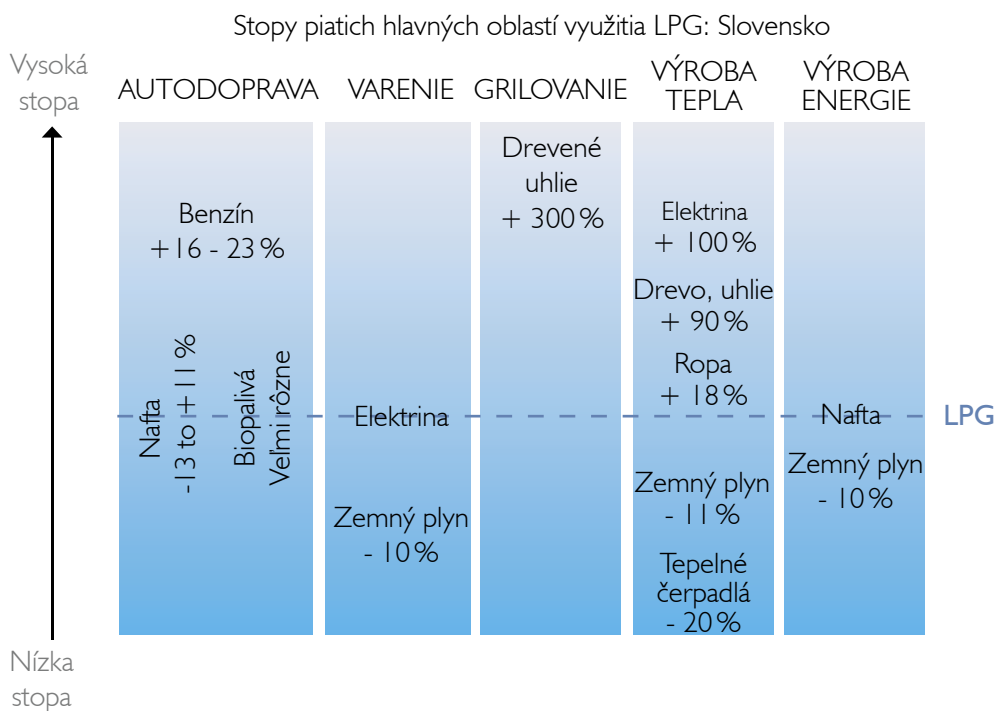
2 Súhrn: LPG je nízkouhlíkové palivo

Na základe najzávažnejších a konzistentných dostupných údajov je LPG v Európe nízkouhlíkové palivo. Vo svojich piatich hlavných oblastiach využitia sa uhlíková stopa LPG dôsledne objavuje na spodnom konci rozsahu (obrázok 1). Podrobné porovnanie dvoch druhov využitia – varenie a výroba tepla – sa na Slovensku trochu mení, avšak celkové výsledky zostávajú nezmenené (obrázky 1a a 1b).

Obrázok 1a: Stopy konkurenčných palív v porovnaní so stopou LPG, Európa



Obrázok 1b: Porovnanie stôp palív so stopou LPG, Slovensko



3 Uhlíkové stopy podľa oblastí využitia

V Európe a USA sa podrobne skúmali štúdie o uhlíkovej stope v piatich hlavných oblastiach využitia LPG.

3.1 AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

Cestná doprava zodpovedá približne za 17 % emisií skleníkových plynov v EÚ¹. LPG je momentálne najviac používané alternatívne palivo v Európe, ktoré tvorí približne 2 % palivovej zmesi používanej v cestnej doprave v Európskej únii. Štúdie dôsledne preukazujú, že LPG generuje menej uhlíkových emisií ako benzín a približne rovnaké množstvo emisií ako motorová nafta.

V posledných piatich rokoch bolo vykonaných sedem veľkých štúdií o automobilových uhlíkových stopách – ktoré sú zhrnuté v tabuľke 1.² Päť z nich porovnávalo automobilové stopy v Európe. Hoci podobné štúdie porovnávali automobilové stopy v USA, potenciálny význam regionálnych rozdielov znamená, že pre politické rozhodnutia v Európe majú menšiu hodnotu.

Tabuľka 1: Automobilové stopy, kľúčové štúdie Európy a USA

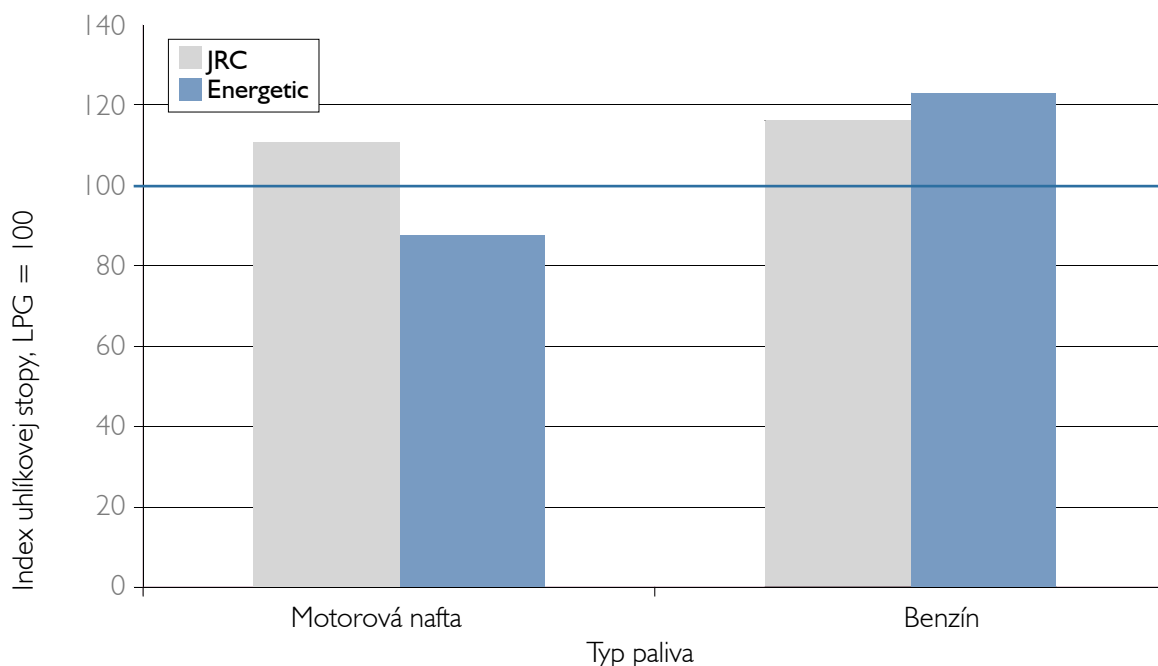
Výskumný ústav	Pokrytie	Pripomienky
Európske štúdie		
Ecolnvent	Motorová nafta, benzín, niektoré biopalivá a alternatívne palivá okrem LPG.	Nezaoberá sa LPG, takže význam tejto štúdie je pre tento prehľad obmedzený, práca môže byť rozšírená o LPG
Energetics pre WLPGA	V Európe nafta, benzín a LPG.	
IPCC, Medzivládny panel OSN o klimatických zmenách		Nie sú zahrnuté vplyvy autodopravy, takže výstupy sa v tomto porovnaní nedajú použiť.
JRC, Spoločné výskum. centrum EÚ	Komerčné a experimentálne palivá	Široká paleta scenárov a výstupov.
Silva et al.	Len motorová nafta a zemný plyn.	
Štúdie USA		
ANL, Argonne National Laboratories	Široká paleta komerčných a experimentálnych palív vr.LPG.	Štandardný referenčný materiál pre väčšinu porovnaní v USA.
CEC, California Air Energy Commission	Benzín, nafta, LPG, zemný plyn a niektoré alternatívne palivá.	Zdá sa, že dôležité vstupy pochádzajú z ANL/GREET.

Z uvedených štúdií sú pre LPG v Európe najrelevantnejšie dve – od JRC a Energetics. Sú spoľahlivé a aktuálne, a preto sa použili aj ako základ pre porovnanie uhlíkových stôp palív.

¹ Príručka Energia v číslach roku 2009 v EÚ: hodnoty z roku 2006, najnovšie dostupné.

² Štúdia ANL/BREET sa začala v polovici 90. rokov a stále sa na nej pracuje.

Obrázok 2: Automobilové uhlíkové stopy LPG, benzínu a motorovej nafty



V porovnaní s hlavnými komerčnými konkurentmi je európska uhlíková stopa od najnižšej po najvyššiu takáto (obrázok 1):

- LPG a motorová nafta
- Benzín

Rozdiely medzi LPG a motorovou naftou sú pomerne malé a ich presné poradie nie je vo všetkých štúdiách rovnaké. Benzín vykazuje podstatne vyšší obsah uhlíka ako tieto dve palivá.

3.2 VARENIE A GRILOVANIE

LPG sa v Európe používa hlavne na varenie, prevažne v kuchyniach, ale aj v záhradných griloch. Hlavnými alternatívami LPG, pokiaľ ide o varenie vnútri, sú elektrina a zemný plyn. Jeho hlavnými alternatívami ako paliva na varenie v prírode sú drevené uhlie a elektrina.

Pokiaľ ide o varenie v kuchyniach, v Európe bola vykonaná jedna významná štúdia o uhlíkových stopách. Porovnáva varenie na sporákoch (t. j. vylučuje rúry) a uvádza stopy elektriny v západnej a východnej Európe. Štúdia ukazuje, že varenie na zemnom plyne má v celej Európe marginálne nižšiu stopu ako LPG. Tá istá štúdia ukazuje, že stopa elektriny je vo východnej Európe výrazne vyššia ako LPG a v západnej Európe zas podstatne nižšia.

V závislosti od miesta môže byť stopa elektriny väčšia, menšia alebo približne rovnaká ako stopa LPG (ako ukazuje tabuľka 2). Stopa elektriny je omnoho nižšia v krajinách ako je Nórsko, Švédsko alebo Švajčiarsko, ktoré sa veľmi spoliehajú na nízkouhlíkové vodné elektrárne. Omnoho vyššia je v krajinách ako Nemecko a Česká republika, ktoré sa omnoho viac spoliehajú na vysokouhlíkovú výrobu elektriny z čierneho alebo hnedého uhlia. Na Slovensku, kde sa stopa výroby elektriny blíži k priemeru európskeho kontinentu, je stopa varenia na elektrine a LPG približne rovnaká.

Tabuľka 2: Stopy varenia, Európa (Zdroj: Energetics)

Palivo	Druh horáka	Výhrevnosť	Stopa varenia g CO _{2e}
Elektrina, Nórsko	špirálový	73,7%	1,0
Elektrina, Švajčiarsko	špirálový	73,7%	2,4
Elektrina, Švédsko	špirálový	73,7%	4,9
Zemný plyn, európska zmes	vysoko výhrevný	42,0%	53,7
Elektrina, európsky kontinentálny priemer	indukčný	84,0%	56,1
Zemný plyn, európska zmes	štandardný	39,9%	56,6
LPG	vysoko výhrevný	42,0%	59,0
LPG	štandardný	39,9%	62,2
Elektrina, Slovensko	špirálový	73,7%	63,2
Elektrina, európsky kontinentálny priemer	hladký	74,2%	63,5
Elektrina, európsky kontinentálny priemer	špirálový	73,7%	63,9
Elektrina, Nemecko	špirálový	73,7%	83,6
Elektrina, Česká republika	špirálový	73,7%	116,4

Stopa varenia na elektrine sa skutočne dramaticky líši v závislosti od regiónu, kde sa elektrina vyrába. V Európe je to od 1,0 g CO_{2e} v Nórsku až po 83,6 g CO_{2e} v Nemecku. Pre Zväz pre Koordináciu elektrických rozvodov (UCTE – najbližšia regionálna aproximácia k EÚ) je priemerná stopa 63,9 g CO_{2e} – čo sa rovná približne stope LPG.

Pokiaľ ide o varenie v prírode – t. j. grilovanie – jedna štúdia porovnáva grilovanie na drevenom uhlí s grilovaním na LPG. Ukazuje, že stopa LPG je v porovnaní s dreveným uhlím tretinová.

3.3 VÝROBA TEPLA (VYKUROVANIE PRIESTOROV A OHREV VODY)

Ďalšou dôležitou oblasťou využitia LPG v Európe je vykurovanie priestorov kotlom a rozvodom s radiátormi. Primárnymi palivami na výrobu tepla v Európe sú LPG, ropa a zemný plyn, menšou mierou sa na výrobe tepla podieľa uhlie, elektrina, tepelné čerpadlá a drevo.

Štyri najväčšie štúdie od roku 2001 porovnávajú stopy LPG, alebo zemného plynu, s ostatnými vykurovacími palivami v Európe (tabuľka 3). LPG vykazuje stopu približne o 20% nižšiu ako ropné palivá. Tepelné čerpadlá vykazujú všeobecne nižšiu stopu, ale tá sa mení podľa druhu tepelného čerpadla a stopa jedného druhu sa rovná stope LPG. Uhlie má omnoho vyššiu stopu ako LPG, rovnako ako drevo, ak sa nepredpokladá, že je uhlíkovo neutrálne. Konvenčné elektrické vykurovanie (nie pomocou tepelného čerpadla) je vykázané len v jednej zo štúdií. Hoci v tomto konkrétnom prípade je stopa elektriny omnoho vyššia ako stopa LPG alebo plynu, v niektorých európskych krajinách je táto stopa omnoho nižšia.

Tabuľka 3: Stopy výroby tepla, európske štúdie

Výskumný ústav	Pokrytie	Pripomienky
Ecolivent	Plyn, nie LPG, ropa, uhlie, drevo.	Nie je jasné, či je zahrnutý aj ohrev vody.
Energetics	Plyn, LPG, ropa a drevo.	Len vykurovanie priestorov.
IER Stuttgart	Plyn, nie LPG, ropa, drevo a tepelné čerpadlá.	Vykurovanie priestorov a ohrev vody. Porovnanie len v Nemecku.
VHK ³	Plyn, LPG, ropa, elektrina, tepelné čerpadlo a drevo.	Zdá sa, že zahŕňa vykurovanie priestorov aj ohrev vody. Porovnateľné ukazovatele pre všetky palivá sú uvedené len pre palivá, t. j. nie pre celý životný cyklus.

³ Schválená GR ENTR v rámci programu Ekodizajn EÚ.

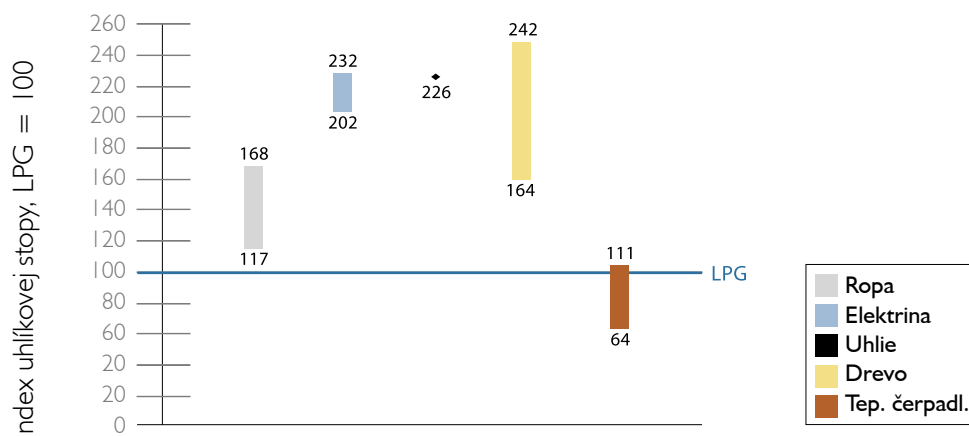
Pokiaľ ide o vykurovanie priestorov (obrázok 3), je uhlíková stopa v Európe od najnižšej po najvyššiu takáto:

- Zemný plyn a LPG
- Vykurovací olej

Rozdiel medzi jednotlivými skupinami je výrazný; stopy plyných palív sú asi o 20 % nižšie ako stopy vykurovacieho oleja. Tento široký záver spočíva na kritickom predpoklade – že stopy zemného plynu a LPG sú v tejto oblasti použitia rovnaké – predpoklad prijatý podľa smernice o výrobkoch využívajúcich energiu.

Stopa LPG je výrazne nižšia ako stopa uhlia. U ostatných, menšinových palív je porovnanie ťažšie. Stopy elektriny sú v európskom priemere výrazne vyššie ako stopy LPG, aj keď v niektorých krajinách budú nižšie. Stopa dreva môže byť vyššia alebo nižšia ako stopa LPG a mení sa v závislosti od zdroja. Pokiaľ ide o tepelné čerpadlá, v dvoch z troch štúdií, ktoré ich zoširoka rozoberajú, sa zistilo, že ich stopy sú výrazne nižšie ako stopy zemného plynu alebo LPG. Najpodrobnejšia štúdia (IER Stuttgart, pozri Literatúru na s. 10) však zistila, že tepelné čerpadlá vzduch - voda generujú stopu približne rovnakú ako zemný plyn.

Obrázok 3: Rozsahy uhlíkovej stopy výroby tepla vykázané štyrmi hlavnými európskymi štúdiami



Na Slovensku je stopa LPG v porovnaní s primárnymi palivami podobná tej, ktorú vykazujú európske štúdie (obrázok 3), t.j. nižšia ako stopa roky, uhlia a dreva, ale rovnaká alebo vyššia ako stopa tepelných čerpadiel. Pokiaľ ide o elektrinu, výhoda LPG je podobná na Slovensku, kde je vnútroštátna stopa elektriny skoro totožná s priemerom európskeho kontinentu. Pozri obrázok 3.

Ohrev vody v Európe zabezpečujú dva hlavné druhy systémov: kombinované systémy, ktoré vykurojú priestory a zároveň ohrievajú vodu, a samostatné ohrievače vody.

Pokiaľ ide o kombinované ohrievače, vzťah medzi stopami palív na vykurovanie priestorov sú rovnaké ako pri ohreve vody.

Pokiaľ ide o samostatné ohrievače vody, vzťah medzi stopami palív je menej zreteľný. Jedna štúdia sa venovala konkrétne systémom ohrevu vody v Európe. V nej vykazuje ohrev vody zemným plynom v celej Európe okrajovo nižšiu stopu ako LPG. Štúdia ďalej ukázala, že stopa elektriny je výrazne vyššia ako stopa LPG vo východnej Európe a výrazne nižšia v západnej Európe. V rámci týchto regiónov sa líšia aj stopy elektriny (pozri Varenie a grilovanie). Presné ukazovatele pre Slovensko nie sú uvedené v štúdií; odhaduje sa však, že na Slovensku je stopa elektriny používanej len na ohrev vody o niečo nižšia ako stopa LPG.

3.4 VÝROBA ENERGIE

K dispozícii je jedno porovnanie uhlíkovej stopy súpravy generátorov⁴; týka sa všetkých regiónov sveta vrátane Európy. Stopa zemného plynu vychádza marginálne nižšia ako stopa LPG, hoci hranice rozdielov nie sú významné. Stopa LPG je nižšia aj ako stopa nafty, ktorá poháňa menšie súpravy generátorov.

4 Príloha: Vytváranie uhlíkových stôp

Uhlíková stopa je súčet emisií skleníkových plynov produktu alebo služby. Je to miera príspevku tohto produktu alebo služby ku globálnemu otepľovaniu, ktoré sa často uvádza ako klimatická zmena.

Keďže najvýznamnejším skleníkovým plynom je oxid uhličitý, „uhlíková stopa“ sa často používa ako všeobecný termín zahŕňajúci skleníkové plyny ako také. Presnejší a vhodnejší termín by bol „stopa globálneho otepľovania“, čiže „stopa klimatickej zmeny“, lebo zahŕňa aj ostatné skleníkové plyny, najmä metán, ktorý tiež prispieva ku globálnemu otepľovaniu.

4.1 POTENCIÁL GLOBÁLNEHO OTEPĽOVANIA UHĽOVODÍKOV

Emisie skleníkových plynov spôsobujú potenciálne globálne otepľovanie.⁵ Uhlíková stopa je bežne používaný termín na opísanie potenciálu globálneho otepľovania daného produktu. Stopy sa zvyčajne vyjadrujú v kg alebo tonách CO_{2e} (ekvivalent oxidu uhličitého): $t \text{ CO}_{2e} = a \times b$, kde (a) sú tony emitovaného plynu a (b) je potenciál globálneho otepľovania plynu. Potenciál globálneho otepľovania plynu je jeho vplyv na globálne otepľovanie vo vzťahu k jednotke ekvivalentu oxidu uhličitého za určitý čas (zvyčajne 100 rokov).

Podľa definície má oxid uhličitý potenciál globálneho otepľovania 1, čo znamená, že produkt emitujúci 5 ton CO₂ produkuje stopu piatich ton x potenciál globálneho otepľovania 1 CO_{2e}, čiže 5 ton CO_{2e}. Podobne produkt emitujúci dve tony metánu (ktorý má potenciál globálneho otepľovania 25 CO_{2e}) produkuje stopu rovnajúcu sa dvom tonám x potenciál globálneho otepľovania 25 CO_{2e}, čiže 50 ton CO_{2e}.

Potenciál globálneho otepľovania atmosférických plynov bol definovaný a následne predefinovaný Medzivládny panelom o klimatických zmenách (IPCC) v Rámcovom dohovore OSN o klimatických zmenách. (UNFCCC) Storočné potenciály globálneho otepľovania IPCC sa bežne používajú na účely analýzy životného cyklu a stôp, a odporúčajú sa používať v smerniciach o stopách.

4.2 POTENCIÁLY GLOBÁLNEHO OTEPĽOVANIA INÝCH SKLENÍKOVÝCH PLYNOV AKO CO₂

Je všeobecne prijaté, že CO₂ tvorí 80% všetkých skleníkových plynov. Ďalšie dva hlavné skleníkové plyny sú metán a oxid dusný. Ich potenciál globálneho otepľovania sa časom trochu zmenil (v dôsledku predefinovania IPCC). IPCC definuje potenciál globálneho otepľovania LPG ako nulový. Inými slovami, priame emisie LPG neprispievajú ku klimatickým zmenám.

⁴ Súprava generátorov sú malé samostatné generátory na výrobu elektriny používané ako záložné zdroje pre kritické služby (napríklad v nemocniciach) a na miestach, ktoré nie sú pripojené na centrálné rozvody (napríklad staveniská).

⁵ Technický termín je „radiačné zosilnenie“.

4.3 POROVNANIE STÔP⁶ PRODUKCIE/DISTRIBÚCIE LPG A INÝCH PALÍV

Stopy produkcie a distribúcie (t. j. nie horenia) LPG a jeho konkurentov sa líšia presnosťou a rozsahom. Fosílna palivá vrátane LPG majú relatívne definovateľné stopy. Biopalivá majú veľmi variabilné stopy. Stopa elektriny sa veľmi líši podľa regiónov alebo spôsobu výroby, ale je dobre definovaná.

4.3.1 Fosílna palivá

Stopy motorovej nafty, benzínu, LPG a zemného plynu možno určiť s relatívne vysokou mierou presnosti. Pokiaľ ide o motorovú naftu, benzín a LPG, variácie sú zvyčajne mierne. Viac sa menia stopy zemného plynu.

4.3.2 Biopalivá

Výhody uhlíka produkovaného počas životného cyklu dnešných biopalív sa podstatne odlišujú v dôsledku faktorov ako je výber suroviny, zdroje energie využívanej pri výrobe a osud vedľajších produktov. Niektoré majú nízke stopy, iné nie.

4.3.3 Elektrina (a elektrické tepelné čerpadlá)

U komerčných elektrární sa stopy výroby elektriny môžu dramaticky meniť v závislosti od použitého paliva a technológie procesu. Na kompenzáciu tejto variability výskumné ústavy zvyčajne vyjadrujú stopu elektriny ako priemer regionálnej energetickej siete.

Obrázok 4: Ukážka stôp elektriny (zdroj: Ecolivent)

Krajina alebo región	Stopa	
	g CO _{2e} / MJ	g CO _{2e} / kWh
Fínsko	122	439
Nemecko	184	662
Nórsko	2	8
Švédsko	10,8	38,9
Švajčiarsko	5	19
UCTE	141	506
Spojené kráľovstvo	165	594
USA	209	752

Najrozsiahljšia sieť v Európe je UCTE (Únia pre koordináciu prenosu elektriny), skupina 24 štátov približne zhodná s Európskou úniou (plus Švajčiarsko a niektoré balkánske štáty, s výnimkou Britských ostrovov, Fínska a Švédska).

⁶ Vie sa, že publikované stopy produktov sú veľmi variabilné. Spôsobuje to hlavne 1) relatívna nepresnosť spôsobená použitím rôznych metód výpočtu, najmä rôznych pravidiel rozdeľovania v jednotlivých štúdiách a 2) nepresnosť spôsobená porovnávaním dvoch rôznych systémov (napr. sójovej farmy v Brazílii a sójovej farmy na stredozápade USA).

5 Literatúra

- ADEME (2002). Bilans énergétiques et gaz a effet de serre des filieres de production de biocarburants.
- Argonne Labs GREET, Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation.
- BSI, Carbon Trust, et al. (2008). PAS 2050. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. Publicly available specification 2050:2008.
- California Energy Commission (2008). Full fuel cycle assessment: well-to-wheels energy inputs, emissions and water impacts.
- DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources. European Union. Proposal 2008/0016 (COD).
- EcolInvent. St Gallen, Switzerland. V 2.0.
- EMPA, BAFU, et al. (2007). Ökobilanz von Energieprodukten. Rainer Zah, Marcel Gauch, Roland Hirscher, Martin Lehmann, Patrick Wäger, Federal Materials Testing Institute (EMPA).
- Energetics Inc (2008). LP Gas: An Energy Solution for a Low Carbon World: A comparative Analysis demonstrating the Greenhouse Gas Reduction Potential of LP Gas. Matt Antes, Joe McGervey et al.
- FAO (2006). Global Forest Resources Assessment 2005. Forestry paper 147, UN Food and Agriculture Organization.
- GM, BP, ExxonMobil, Shell, TotalFinaElf, (2002). Well-to-Wheel Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advanced Fuel/Vehicle Systems - A European Study.
- IER Stuttgart (2001). "Ökonomische und ökologische Bewertung der elektrischen Wärmepumpe im Vergleich zu anderen Heizungssystemen."
- IPCC (2006). Energy, Guidelines for National GHG Inventories, Volume 2, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- ISO (2006). ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.
- ISO (2006). ISO 14044: Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.
- Johnson, E. (2009). "Charcoal versus LPG grilling: a carbon-footprint comparison." Environmental Impact Assessment Review.
- Johnson, E. (2009). "Goodbye to carbon neutral: getting biomass footprints right." Environmental Impact Assessment Review.
- Joint Research Centre of the EU Commission, EUCAR, et al. (2006). Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context.
- Jungbluth, N. (1997). "Life cycle inventory for cooking: some results for the use of LPG and kerosene as cooking fuels in India." Energy Policy 25(5): 471-480.
- Rabl, A., A. Benoist, et al. (2007). "How to Account for CO2 Emissions from Biomass in an LCA." International Journal of LCA 12(5): 281.
- RTFO (2008). Carbon and Sustainability Reporting within the Renewable Transport Fuel Obligation: Requirements and Guidance, United Kingdom Department for Transport.
- Senter Novem and Ecofys (2008). Greenhouse gas calculator for biofuels.
- Senter Novem, Ecofys, et al. (2005). Participative LCA on biofuels.
- Silva C M, T.L. Farias, J.M.C. Mendes-Lopes, (2006, Pages 441-447,). "A tank-to-wheel analysis tool for energy and emissions studies in road vehicles." Science of The Total Environment 367(1): 441-447.
- SRI Consulting (2007). Carbon footprints of biofuels & petrofuels. Greenhouse Gases.
- VHK & DG ENTR (European Commission) (2005). MEEUP, Methodology study Eco-design of Energy-using Products. D. E. R. K.
- Andre Brisaer, Van Holsteijn en Kemna (Contractor). 1 Methodology Report, 2 Product Cases Report.
- World Bank (2007). State and trends of the carbon market 2007.

