

# Uhlíková stopa LPG v porovnání s jinými palivy

Vědecká studie

## **O autorech**

Nezávislá soukromá společnost Atlantic Consulting působící v Curychu a Londýně se specializuje na posuzování vlivů na životní prostředí. Společnost založená v r. 1994 už vypracovala stovky analýz pro orgány státní správy, nevládní organizace a různé firmy. Výkonný ředitel společnosti Eric Johnson je zároveň vydavatelem Revue pro posuzování vlivu na životní prostředí, ředitelem organizace Green Cross, poradcem Globálního fondu pro likvidaci znečišťování (GPRF) a designovaným posuzovatelem Mezivládní skupiny pro klimatické změny (IPCC). Jednatel Derek Smith se zaměřuje na strategické poradenství. Dříve působil jako vyšší poradce pro životní prostředí u firem Ernst & Young a BP.

*Tato publikace ani žádná její část nesmí být reprodukovány, ukládány do paměťových systémů, ani v jakékoliv formě předány elektronickými, mechanickými, záznamovými či fotokopírovacími prostředky bez předběžného písemného souhlasu společnosti Atlantic Consulting.*

*Veškeré informace uvedené v této zprávě autoři a vydavatel s maximální péčí ověřili. Nicméně firma Atlantic Consulting nepřijímá žádnou odpovědnost za důsledky použití informací, které jsou v tomto dokumentu uvedeny.*

*Poděkování: Tuto studii financovali členové Evropské asociace LPG, AEGPL.*

Atlantic Consulting  
Obstgartenstrasse 14  
8136 Gattikon, Švýcarsko  
© 2009 Atlantic Consulting, všechna práva vyhrazena

# I Předmluva: Důvody proč používat LPG

Tento dokument, který se zabývá uhlíkovou stopou zkapalněných ropných plynů (LPG) v porovnání s jinými druhy paliv, je jednou z řady přehledových publikací určených pro orgány vytvářející evropskou politiku v oblasti LPG.

Postavení LPG ve vztahu k dalším důležitým oblastem politiky Evropské unie řeší jiné souhrnné dokumenty, které se zabývají následujícími tematy: zlepšením kvality místního ovzduší, lepším zabezpečením dodávek energie a propagací bezpečného využívání energie.

Uvedené přehledové publikace mají orgánům a dalším subjektům působícím v oblasti energetické politiky a ochrany životního prostředí i samotnému průmyslu LPG poskytnout směrodatný, kvantifikovaný a nezávislý posudek postavení paliva LPG.

V předkládaném dokumentu jsou prezentovány závěry obsáhlých průzkumů literatury a syntéza souvisejících studií o uhlíkové stopě LPG a ostatních druhů paliv vycházející z nejnovějších a nejspolehlivějších zdrojů, které jsou k dispozici.

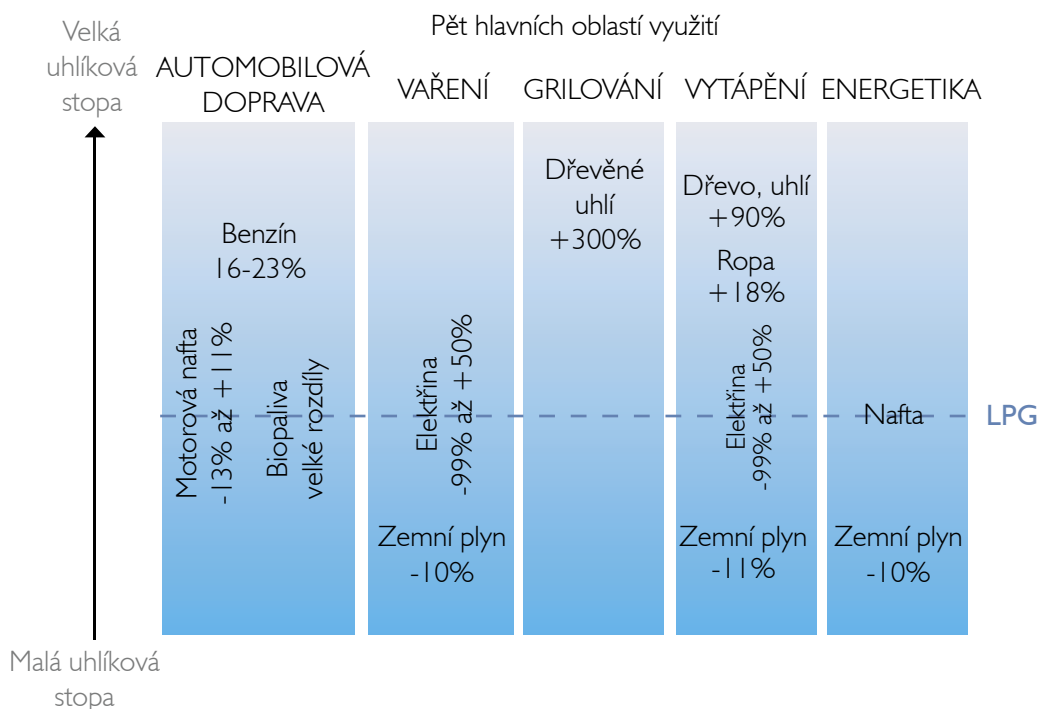
Palivo LPG, které je směsí plyných uhlovodíků vyrobenou ze zemního plynu, ropy a rafinované ropy, má tři fyzikální vlastnosti, jež jsou pro tvorbu uhlíku zvláště významné:

- LPG se vyznačuje nižším poměrem uhlíku k vodíku, než s jakým se setkáváme u většiny uhlovodíků, což znamená, že vytváří menší množství oxidu uhličitého na jednotku vyprodukovaného tepla.
- Třebaže v důsledku specifických poměrů butanu a propanu výhřevnosti konkrétních vzorků LPG značně kolísají, je výhřevnost tohoto paliva relativně vysoká, takže toto palivo obsahuje na kilogram váhy více energie, než paliva konkurenční.
- Podle Mezivládní skupiny pro klimatické změny (IPCC) nepředstavuje palivo LPG skleníkový plyn, takže mu byl přiřazen tzv. faktor potenciálního globálního oteplování (GWP - Global Warming Potential) hodnoty nula. Skupina IPCC používá stupnici faktoru GWP, kde CO<sub>2</sub> má hodnotu 1 a metan hodnotu 25.

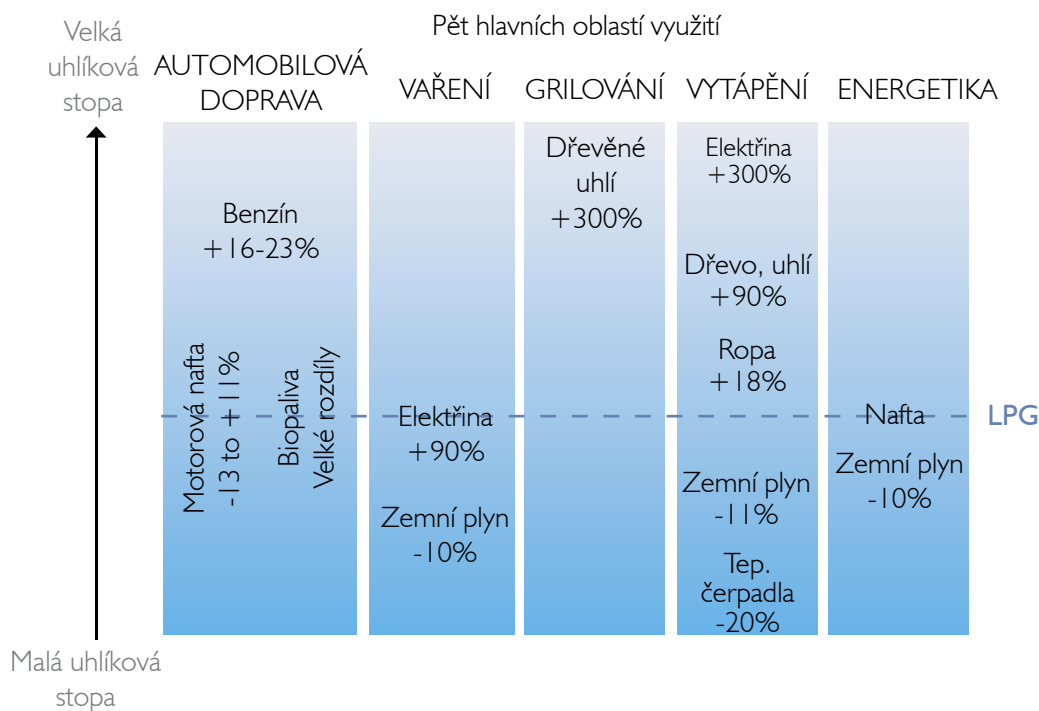
## 2 Shrnutí: LPG je palivo s nižším obsahem uhlíku

Z nejhodnějších a nejsystematičtějších údajů, které jsou k dispozici vyplývá, že LPG je v Evropě palivem s nižším obsahem uhlíku. V pěti hlavních oblastech jeho využití se uhlíková stopa LPG drží důsledně u dolního konce příslušného rozmezí (obrázek 1a). Podrobné porovnání dvou druhů využití – vaření a výroba tepla – se v České republice trochu mění, ale celkové výsledky zůstávají nezměněné (obrázky 1a, 1b).

**Obrázek 1a: Porovnání uhlíkových stop LPG a konkurenčních paliv, Evropa**



**Obrázek 1b: Porovnání uhlíkových stop LPG a konkurenčních paliv, Česká republika**



## 3 Uhlíkové stopy podle způsobu využívání

Podrobně byly posouzeny studie uhlíkových stop vypracované v Evropě a USA pro pět hlavních oblastí využití.

### 3.1 AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

Silniční doprava je v EU zodpovědná za přibližně 17% emisí skleníkových plynů<sup>A</sup>. LPG je v současné době v Evropě nejrozšířenějším alternativním palivem, které ve spektru paliv používaných v silniční dopravě EU představuje přibližně 2%. Studie jednoznačně prokazují, že LPG produkuje méně emisí uhlíku než benzín, zhruba tolik, jako motorová nafta.

V minulých pěti letech bylo vypracováno sedm velkých studií uhlíkových stop automobilových paliv shrnutých v tabulce 1<sup>B</sup>. Pět z těchto studií porovnávalo uhlíkové stopy automobilových paliv v Evropě. Podobné srovnávací studie byly sice provedeny i v USA, ty ale mají v důsledku svého regionálního charakteru pro rozhodovací procesy v Evropě jen omezený význam.

**Tabulka 1: Uhlíkové stopy automobilových paliv - nejdůležitější evropské a americké studie**

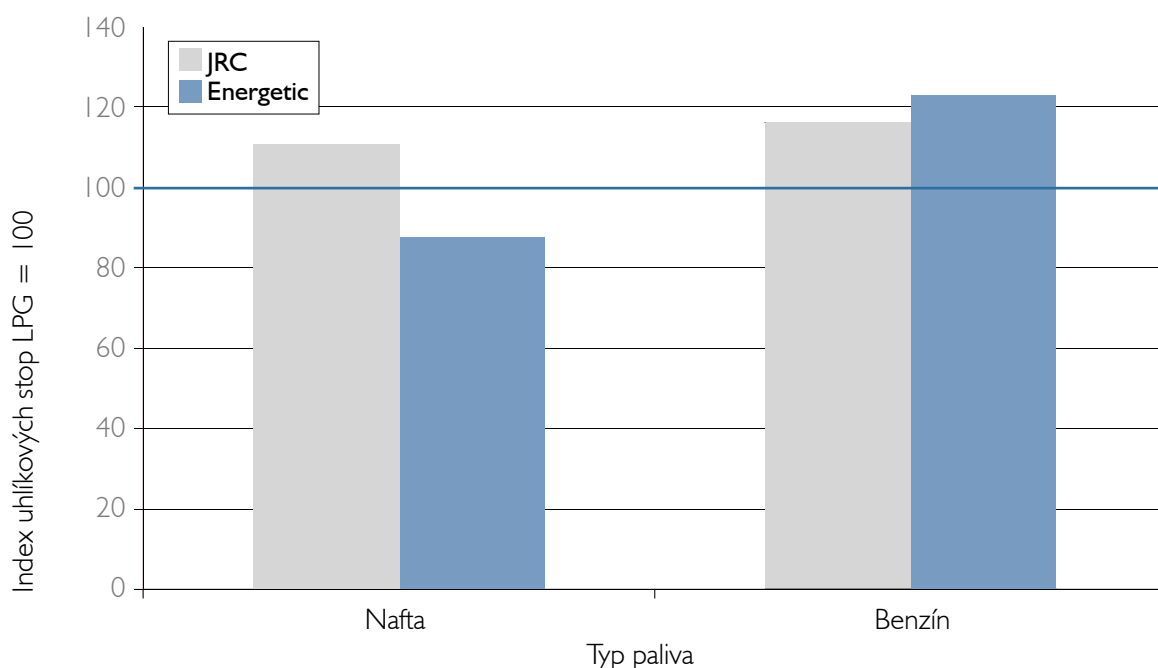
Výzkumná organizace	Předmět	Poznámky
Evropské studie		
Ecolnvent	Motorová nafta, benzín, některá biopaliva a alternativní paliva, nikoliv ale LPG.	Bez LPG, takže tyto studie mají jen omezený význam. Práce by ale mohla být rozšířena i na LPG.
Energetics, v zastoupení WLPGA	V Evropě, motorová nafta, benzín a LPG.	
IPCC, Mezivládní skupina OSN pro klimatické změny		Údaje pro automobilový průmysl nejsou zahrnuty, takže porovnání nelze udělat.
JRC, Společné výzkumné středisko EU	Komerční a experimentální paliva	Široké spektrum scénářů a výstupů.
Silva a kol.	Jen motorová nafta a zemní plyn	
Americké studie (USA)		
ANL, Národní laboratoře v Argonne	Široké spektrum komerčních a experimentálních paliv, včetně LPG	Standardní referenční materiál pro většinu amerických srovnávacích studií.
CEC, Kalifornská komise pro vzduch a energie	Benzín, motorová nafta, LPG, zemní plyn a některá alternativní paliva	Významné vstupy pochází zřejmě od ANL/GREET.

Pro použití LPG v Evropě jsou z těchto studií nejvýznamnější dvě - studie JRC a Energetics. Ty jsou také nejměrodatnější a aktuální a proto posloužily jako východisko pro porovnávání uhlíkových stop z jednotlivých druhů paliv.

<sup>A</sup> Příručka EU, 2009, *Energie v číslech: nejnovější údaj z r. 2006*

<sup>B</sup> Studie ANK/GREET byla zahájena v polovině 90. let minulého století a probíhá doposud.

**Obrázek 2: Uhlíkové stopy LPG, benzínu a motorové nafty při spalování v automobilech**



Na základě porovnání s hlavními konkurenčními palivy lze evropská paliva seřadit podle uhlíkových stop (od nejnižší k nejvyšší) takto:

- LPG a motorová nafta
- benzín

Rozdíly mezi LPG a naftou jsou relativně malé, a jejich vzájemné pořadí se v různých studiích uvádí různě. U benzínu je vždy vykazována větší uhlíková stopa než u předchozích dvou.

### 3.2 VAŘENÍ A GRILOVÁNÍ

V Evropě se LPG využívá k tomuto účelu především v bytových kuchyních, ale také k vytápění venkovních grilů. Hlavními alternativami k LPG jako palivu k vaření v bytových kuchyních jsou elektřina a zemní plyn a jako k palivu pro venkovní vaření pak dřevěné uhlí a elektřina.

Pro vaření v bytových kuchyních byla v Evropě vypracována jedna významná studie o uhlíkových stopách, která zkoumá vaření na sporáku (ale bez použití trouby) a uvádí uhlíkové stopy při použití elektřiny v západní a východní Evropě. Ze studie je zřejmé, že vaření s využitím zemního plynu produkuje v rámci celé Evropy nevýznamně nižší množství uhlíku, než při použití LPG. Ze stejné studie vyplývá, že uhlíkové stopy při použití elektřiny jsou ve východní Evropě významně menší než při uplatnění LPG a v západní Evropě významně větší.

V závislosti na lokalitě může být uhlíková stopa při použití elektřiny buď větší, přibližně stejná, nebo i menší než při použití LPG (jak ukazuje tabulka 2). Uhlíková stopa elektřiny bude menší v zemích jako je Norsko, Švédsko nebo Švýcarsko, které ve velké míře využívají vodní elektrárny s nízkou produkcí uhlíku. Největší bude v zemích jako je Německo a Polsko, v nichž se elektřina vyrábí především v uhelných elektrárnách s vysokou produkcí uhlíku.

**Tabulka 2: Uhlíková stopa vaření, Evropa (zdroj: Energetics)**

Palivo	Typ hořáku	Účinnost	Uhlíková stopa vaření g CO <sub>2e</sub>
Zemní plyn, evropská směs	se zvýšenou účinností	42,0%	53,7
Elektřina	indukční hořák	84,0%	56,1
Zemní plyn, evropská směs	standardní hořák	39,9%	56,6
LPG	se zvýšenou účinností	42,0%	59,0
LPG	standardní hořák	39,9%	62,2
Elektřina	plochý hořák	74,2%	63,5
Elektřina	spirálový hořák	73,7%	63,9

Uhlíková stopa výroby elektřiny se skutečně dramaticky mění v závislosti na jednotlivých regionech, ve kterých se elektřina generuje. V rámci Evropy kolísá od hodnoty pouhých 1,0 g CO<sub>2e</sub> v Norsku až na 83,6 g CO<sub>2e</sub> v Německu. Průměrná uhlíková stopa pro celou Evropskou unii využívaná Svazem pro koordinaci přenosu elektrické energie (UCTE) je 63,9 g CO<sub>2e</sub> (nejtěsnější regionální přiblížení k EU), což zhruba odpovídá uhlíkové stopě LPG.

Co se týká venkovního vaření, t.j. pečení na grilu, jedna studie srovnává grilování na dřevěném uhlí s grilováním pomocí LPG. Vyplývá z ní, že uhlíková stopa LPG odpovídá třetině hodnoty zjištěné při použití dřevěného uhlí.

### 3.3 VYTÁPĚNÍ (vytápění prostorů a ohřev vody)

Dalším důležitým způsobem využívání LPG v Evropě je vytápění prostorů pomocí jednoúčelových kotlů a soustavy radiátorů. Hlavními palivy sloužícími v Evropě k vytápění jsou LPG, topný olej a zemní plyn - v menší míře se pak k vytápění využívá uhlí, tepelná čerpadla a dřevo.

Uhlíkové stopy LPG nebo zemního plynu porovnávají ve vztahu k ostatním topným palivům od r. 2001 čtyři velké studie (viz tabulka 3). LPG vykazuje asi o 20% menší uhlíkovou stopu než topný olej. Tepelná čerpadla se obecně vyznačují menší uhlíkovou stopou, která ale kolísá v závislosti na typu čerpadla a u jednoho typu je shodná s uhlíkovou stopou LPG. Uhlí má mnohem větší uhlíkovou stopu než LPG, což platí i pro dřevo, pokud se (využití dřeva) nepokládá za uhlíkově neutrální. Konvenční elektrické vytápění (nikoliv pomocí tepelných čerpadel) je zkoumáno jen v jedné ze zmíněných studií. Třebaže v tomto konkrétním případě je uhlíková stopa výroby elektřiny mnohem větší než uhlíková stopa LPG nebo zemního plynu, v některých Evropských zemích by tato stopa byla o hodně menší.

**Tabulka 3: Uhlíková stopa z vytápění, evropské studie**

Výzkumná organizace	Předmět	Poznámky
Ecolivent	plyn (nikoliv LPG), topný olej, uhlí a dřevo	Není zřejmé, zda zahrnuje i ohřev vody.
Energetics	plyn, LPG, topný olej a dřevo	Jen vytápění prostorů
IER Stuttgart	plyn (nikoliv LPG), topný olej, dřevo a tepelná čerpadla	Vytápění prostorů a ohřev vody. Srovnávací studie jen pro Německo
VHK <sup>c</sup>	plyn, LPG, topný olej, elektřina, tepelná čerpadla a dřevo	Zdá se, že zahrnuje jak vytápění prostorů tak ohřev vody. Porovnávaná čísla pro všechna paliva se týkají jen spalování, nikoliv celého životního cyklu.

<sup>c</sup> Objednala DG ENTR v rámci programu EU Eco-Design

Na základě porovnání s hlavními konkurenčními topnými palivy lze evropská paliva seřadit podle uhlíkové stopy (od nejnižší k nejvyšší) takto:

- zemní plyn a LPG
- topný olej

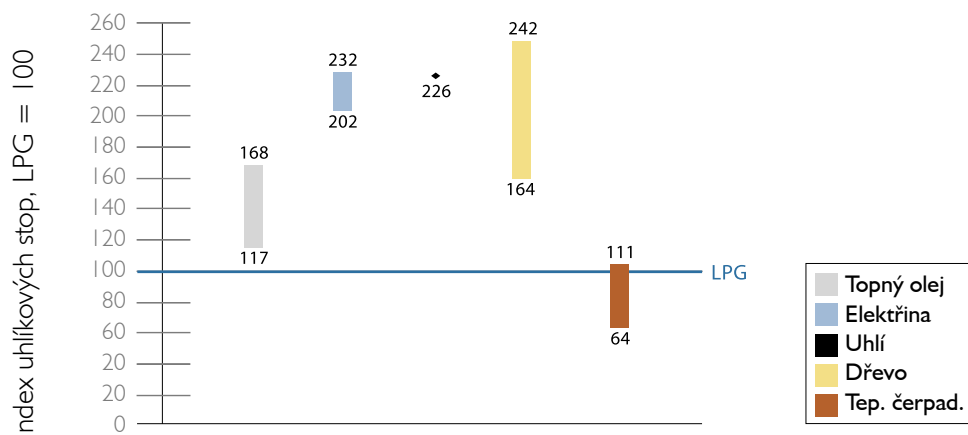
Rozdíly mezi jednotlivými skupinami jsou významné - uhlíková stopa plyných paliv je asi o 20% menší než uhlíková stopa topného oleje. Tento obecný závěr vychází z jednoho kriticky důležitého předpokladu, který je akceptován ve Směrnici pro výroby využívající energie - zemní plyn i LPG mají při použití k vytápění i ohřevu stejné uhlíkové stopy.

Uhlíková stopa LPG je významně menší než při spalování uhlí. U ostatních, méně využívaných paliv, jsou obecná porovnání obtížnější. Uhlíková stopa z výroby elektřiny je v evropském průměru podstatně větší než z LPG, ale v některých zemích bude toto číslo nižší. Uhlíková stopa při spalování dřeva může být větší nebo menší než při použití LPG, a bude se lišit v závislosti na zdroji. Dvě ze tří studií, které se obecně zabývají tepelnými čerpadly, konstatují, že uhlíková stopa z jejich provozu je mnohem menší než při použití zemního plynu nebo LPG. Nejpodrobnější studie (od stuttgartské organizace IER, viz Literatura na str. 10) ale zjistila, že tepelná čerpadla typu voda - vzduch vygenerují zhruba stejně uhlíku jako zemní plyn.

Užitková voda se v Evropě ohřívá ve dvou hlavních typech soustav: v kombinovaných soustavách, které současně slouží k vytápění prostorů a v samostatných ohřivačích vody.

Uhlíková stopa z provozu kombinovaných soustav na různá paliva bude při vytápění prostorů stejná jako při ohřevu vody. U samostatných ohřivačů vody je z hlediska uhlíkové stopy vztah mezi jednotlivými palivy méně zřejmý. Jedna studie se zabývala speciálně soustavami na ohřev vody, které se v Evropě používají. Mimo jiné z ní vyplývá, že uhlíkové stopy z výroby elektřiny jsou v porovnání s LPG ve východní Evropě významně větší a v západní Evropě významně menší. I zde se uhlíkové stopy z výroby elektřiny liší podle jednotlivých regionů (viz Vaření a grilování).

**Obrázek 3: Rozsahy uhlíkových stop z vytápění a ohřevu podle čtyř významných evropských studií**



### 3.4 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE

K dispozici je jedno porovnání uhlíkových stop z provozu generátorových soustrojí<sup>D</sup>. Uhlíkové stopy z použití zemního plynu vychází nepodstatně menší než při uplatnění LPG, ale rozdíl je na hranici nevýznamnosti. LPG zanechává také menší uhlíkovou stopu než jaká vzniká při spalování nafty v menších agregátech.

<sup>D</sup> Generátorová soustrojí neboli agregáty jsou malé samostatné generátory elektrické energie používané k zálohování velmi důležitých služeb (např. v nemocnicích) a k napájení v místech, kam nedosahuje elektrická rozvodná síť (např. na staveništích).



## 4 Dodatek: Určování velikosti uhlíkových stop

Uhlíková stopa je sumou emisí skleníkových plynů (GHG) vznikajících v souvislosti s nějakým výrobkem nebo službou. Představuje míru, do které daný výrobek nebo služba přispívají ke globálnímu oteplování, často označovanému jako klimatická změna.

Vzhledem k tomu, že nejvýznamnějším skleníkovým plynem je oxid uhličitý, používá se výraz „uhlíková stopa“ často jako obecné označení skleníkových plynů jako celku. Výrazy „příspěvek ke globálnímu oteplování“ nebo „příspěvek ke změně klimatu“ by byly přesnější a vhodnější, protože by zahrnovaly i ostatní skleníkové plyny, především metan, které ke globálnímu oteplování přispívají také.

### 4.1 POTENCIÁLNÍ VLIV UHLOVODÍKŮ NA GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ

Globální oteplování způsobují emise skleníkových plynů<sup>E</sup>. Uhlíková stopa je výraz obvykle popisující potenciální vliv daného výrobku na globální oteplování (GWP). Příslušné hodnoty se zpravidla vyjadřují v kilogramech nebo tunách CO<sub>2e</sub> (t.j. ekvivalentem oxidu uhličitého):  $t \text{ CO}_{2e} = a \text{ krát } b$ , kde (a) jsou tony vznikajícího plynu a (b) je jeho potenciální vliv na globální oteplování (GWP). Hodnota GWP určitého plynu představuje jeho celkový vliv na globální oteplování vyjádřený jako ekvivalent oxidu uhličitého [CO<sub>2e</sub>] za danou dobu (zpravidla 100 let).

Oxid uhličitý byl přiřazen hodnota GWP velikosti 1, což znamená, že výrobek emitující pět tun CO<sub>2</sub> bude mít uhlíkovou stopu velikosti 5 tun krát 1 GWP [CO<sub>2e</sub>] neboli pět tun CO<sub>2e</sub>. Podobně výrobek emitující dvě tony metanu (který má GWP velikosti 25 CO<sub>2e</sub>) bude mít uhlíkovou stopu 2 tony krát 25 GWP [CO<sub>2e</sub>], tedy 50 tun CO<sub>2e</sub>.

Hodnota GWP atmosférických plynů byla v průběhu času Mezivládní skupinou pro klimatické změny (IPCC) opakovaně definována a redefinována jako součást Rámcové úmluvy OSN o změnách klimatu (UNFCCC). Pro účely stanovování délky životního cyklu a analýzu uhlíkových stop se běžně používají stoleté hodnoty GWP stanovené skupinou IPCC, které jsou doporučeny k použití ve směrnících pro uhlíkové stopy.

### 4.2 POTENCIÁLNÍ VLIV JINÝCH SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ NEŽ CO<sub>2</sub> NA GLOBÁLNÍ OTEPLOVÁNÍ

Obecně se předpokládá, že CO<sub>2</sub> tvoří 80% všech skleníkových plynů. Další dva hlavní skleníkové plyny jsou metan a oxid dusný. Hodnota potenciálního vlivu na globální oteplování (GWP) obou těchto plynů byla časem mírně upravována (v důsledku redefinice skupinou IPCC). Skupina IPCC stanovila GWP pro LPG na hodnotu nula. Jinak řečeno, přímé emise LPG ke změně klimatu nepřispívají.

### 4.3 SROVNÁNÍ UHLÍKOVÝCH STOP VÝROBY / DISTRIBUCE<sup>F</sup> LPG A OSTATNÍCH PALIV

Srovnávací studie uhlíkových stop výroby a distribuce (nikoliv spalování) LPG a konkurenčních paliv se liší přesností i rozsahem. U fosilních paliv, včetně LPG, lze uhlíkové stopy stanovit poměrně přesně. U biopaliv se uhlíkové stopy značně liší. Uhlíkové stopy z výroby elektřiny jsou také velmi různé, ale lze je dobře definovat podle regionů a způsobů výroby.

#### 4.3.1 Fosilní paliva

Uhlíkové stopy motorové nafty, benzínu, LPG a zemního plynu lze určit relativně přesně. U motorové nafty, benzínu a LPG jsou odchylky obecně jen malé. Hodnoty uhlíkových stop zemního plynu kolísají jen poněkud více.

#### 4.3.2 Biopaliva

U dnešních biopaliv se přínosy z jejich životního cyklu z hlediska uhlíkových stop značně odlišují, v závislosti na faktorech jako je volba vstupních surovin, energetických zdrojů používaných při jejich výrobě a osudů jejich vedlejších produktů. U některých jsou uhlíkové stopy malé, u jiných nejsou.

<sup>E</sup> Technický výraz pro tento jev je „radiální buzení“ (radiative forcing)

<sup>F</sup> Je známo, že publikované hodnoty uhlíkových stop se značně odlišují. Důvodem je především (1) relativní nepřesnost způsobená uplatněním různých metod výpočtu, zejména různých pravidel alokace použitých v jednotlivých studiích a také (2) nepřesnost vznikající porovnáváním dvou různých systémů (např. sójová farma v Brazílii oproti stejné farmě na Středozápadě USA).

### 4.3.3 Elektřina (a elektricky poháněná tepelná čerpadla)

Uhlíkové stopy z výroby elektřiny v komerčních elektrárnách se velmi výrazně liší v závislosti na používaných palivech a technologiích. Ve snaze příslušné odchylky kompenzovat vyjadřují výzkumné organizace uhlíkové stopy z elektřiny zpravidla jako průměrnou hodnotu regionální energetické sítě.

Tabulka 4: Příklady uhlíkových stop z výroby elektřiny

Země nebo region	Uhlíková stopa	
	g CO <sub>2e</sub> / MJ	g CO <sub>2e</sub> / kWh
Finsko	122	439
Německo	184	662
Norsko	2	8
Švédsko	10,8	38,9
Švýcarsko	5	19
UCTE (viz dole)	141	506
Velká Británie	165	594
USA	209	752

Nejrozsáhlejší evropská síť patří UCTE (Svazu pro koordinaci přenosu elektrické energie), který představuje skupinu 24 států přibližně odpovídajících Evropské unii (plus Švýcarsko a některé balkánské země, bez Britských ostrovů, Finska a Švédska).

## 5 Literatura

- ADEME (2002).** Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants.
- Argonne Labs GREET**, Skleníkové plyny, regulované emise a využívání energie v dopravě.
- BSI, Carbon Trust, a kol. (2008).** PAS 2050. Specifikace pro posuzování životního cyklu emisí skleníkových plynů ze zboží a služeb. Veřejně přístupná specifikace 2050:2008.
- Kalifornská energetická komise (2008).** Posuzování životního cyklu paliv: energetické vstupy typu „well-to-wheel“ („z vrtu do automobilu“), emise a vliv na vodu.
- SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY o propagaci využívání energie z obnovitelných zdrojů**, Evropská unie, Návrh 2008/0016 (COD).
- Ecolnvent.** St Gallen, Švýcarsko. V2.0.
- EMPA, BAFU, a kol. (2007).** Ökobilanz von Energieprodukten. Rainer Zah, Marcel Gauch, Roland Hirscher, Martin Lehmann, Patrick Wäger, Federální ústav pro zkoušky materiálů (EMPA).
- Energetics Inc (2008).** Plyn LP: Energetické řešení pro svět s nízkým obsahem uhlíku: Srovnávací analýza demonstrující možné snížení skleníkových plynů pomocí LPG. Matt Antes, Joe McGervey a kol.
- FAO (2006).** Posouzení globálních lesních zdrojů 2005. Forestry paper 147, Organizace OSN pro potraviny a zemědělství.
- GM, BP, ExxonMobil, Shell, TotalFinaElf, (2002).** Analýza typu „well-to-wheel“ využívání energie a emisí skleníkových plynů pokročilých systému palivo / vozidlo - Evropská studie.
- IER Stuttgart (2001).** „Ökonomische und ökologische Bewertung der elektrischen Wärmepumpe im Vergleich zu anderen Heizungssystemen.“
- IPCC (2006).** Energie, Směrnice pro národní plánování skleníkových plynů, svazek 2, Mezivládní skupina pro klimatické změny.
- ISO (2006).** ISO 14040: Správa životního prostředí - posuzování životního cyklu - zásady a rámec
- ISO (2006).** ISO 14044: Správa životního prostředí - posuzování životního cyklu - požadavky a směrnice
- Johnson, E. (2009).** „Grilování na dřevěném uhlí oproti použití LPG: srovnávací studie produkce uhlíku.“ Revue pro posuzování dopadů na životní prostředí.
- Johnson, E. (2009).** „Sbohem uhlíkově neutrální paliva: správné uhlíkové stopy biomasy.“ Revue pro posuzování dopadů na životní prostředí.
- Společné výzkumné středisko Evropské komise, EUCAR, a kol. (2006).** Analýza typu „well-to-wheels“ budoucích automobilových paliv a hnacích jednotek v evropském kontextu.
- Jungbluth, N. (1997).** „Životní cyklus paliv pro vaření: některé výsledky používání LPG a kerosenu jako paliv pro vaření v Indii.“ Energetická politika 25(5): 471-480.
- Rabl, A., A. Benoist, a kol. (2007).** „Jak v posudcích životního cyklu pojímat emise CO<sub>2</sub> z biomasy.“ Mezinárodní časopis pro posuzování životního cyklu (LCA) 12(5): 281.
- RTFO (2008).** Uhlík a vykazování udržitelnosti v rámci povinností vztahujících se k obnovitelným zdrojům paliv pro dopravu: Požadavky a směrnice, Britské ministerstvo dopravy.
- Senter Novem and Ecofys (2008).** Kalkulátor skleníkových plynů z biopaliv.
- Senter Novem, Ecofys, a kol. (2005).** Participační posuzování životního cyklu biopaliv.
- Silva C M, T.L. Farias, J.M.C. Mendes-Lopes, (2006, strany 441-447).** „Nástroj pro analýzu typu „tank-to-wheel“ (z vrtu do nádrže) pro studie energií a emisí silničních vozidel.“ Science of The Total Environment 367(1): 441-447.
- SRIConsulting (2007).** Uhlíkové stopy biopaliv a fosilních paliv. Skleníkové plyny.
- VHK& DG ENTR (Evropská komise) (2005).** MEEUP, Metodika a ekologický návrh výrobků napájených energií, D. E. R. K. Andre Brisaer, Van Holsteijn en Kemna (dodavatel stavebních prací). 1 Metodologická zpráva, 2 Případová zpráva o výrobcích.
- Světová banka (2007).** Stav a trendy trhu s uhlíkem 2007.

