

# LPG a místní kvalita ovzduší

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 reprodukována, ukládána do paměťových systémů, ani v jakékoliv formě předána 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 zkapalněnými ropnými plyny (LPG) a kvalitou místního ovzduší (LAQ), 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 těmito tématy: bojem s globálním oteplováním, 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 a jeho potenciálního příspěvku ke globálnímu oteplování.

V předkládaném dokumentu jsou prezentovány závěry obsáhlých průzkumů literatury a syntéza souvisejících studií o LPG a o kvalitě ovzduší vycházející z nejnovějších a nejspolehlivějších zdrojů, které jsou k dispozici.

Palivo LPG, které je směsí plyných uhlovodíků, především propanu a butanu, se získává při těžbě zemního plynu a ropy, ale také v průběhu jejich rafinace. V podmínkách běžného prostředí má propan plyné skupenství, zatímco butan je buď plyn nebo kapalina. LPG se snadno zkapalňuje pod mírným tlakem.

LPG má dvě fyzikální vlastnosti, které jsou pro kvalitu místního ovzduší zvláště významné:

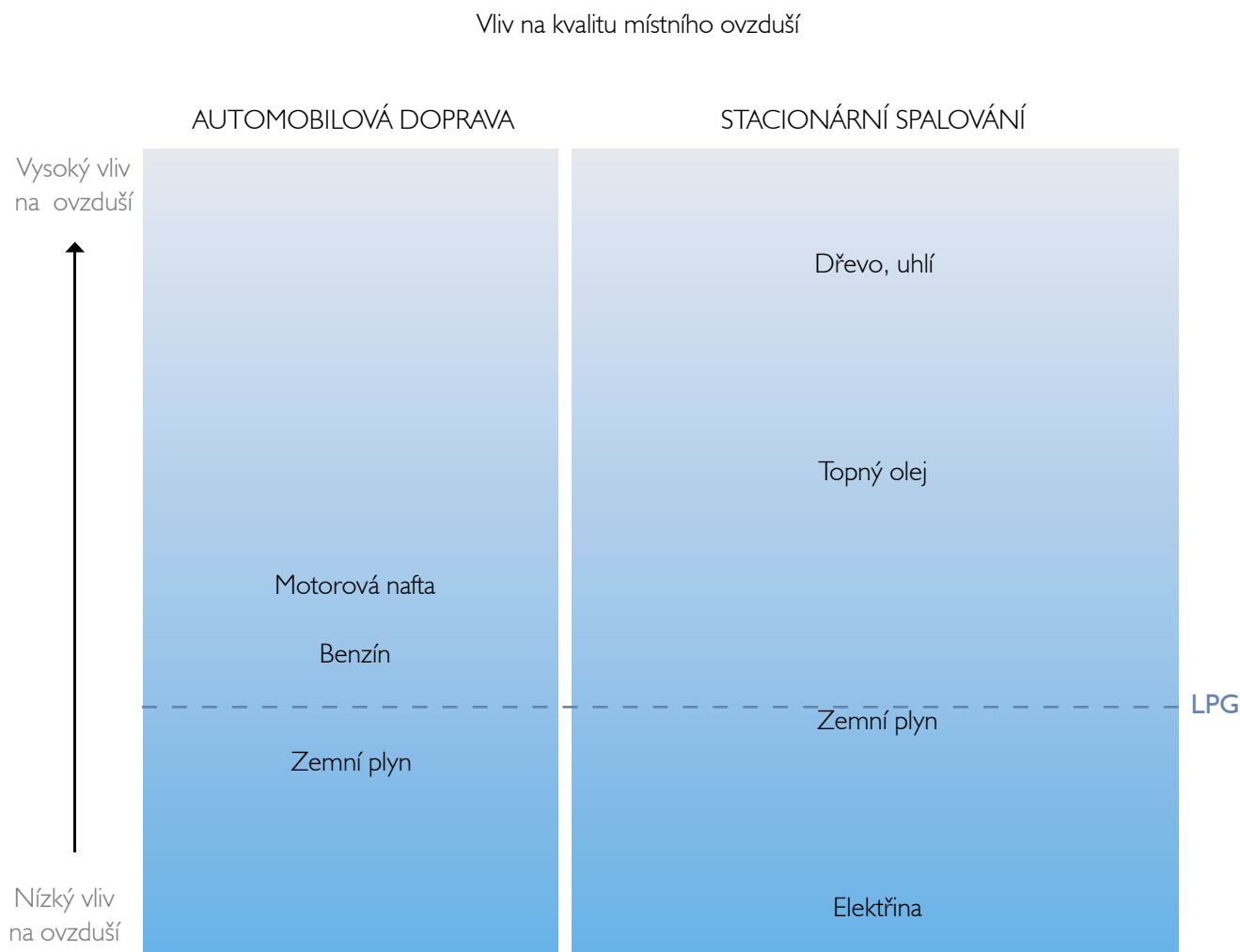
- Třebaže ve složení LPG dochází k přirozenému kolísání, je výhřevnost tohoto paliva relativně vysoká, takže na kilogram váhy obsahuje více energie, než paliva konkurenční.
- Jednoduchá molekulární stavba LPG usnadňuje jeho spalování a snižuje profil znečišťujících emisí pod hodnoty většiny ostatních fosilních paliv.

## 2 Shrnutí: LPG má menší vliv na kvalitu místního ovzduší

Znečištění ovzduší na místní úrovni, zejména ve městech, představuje bezprostřední a dlouhodobé zdravotní riziko. Znečištěný vzduch nejen ohrožuje lidské zdraví (zvyšuje počet pacientů hospitalizovaných s chorobami dýchacího ústrojí a kardiovaskulárního systému), ale škodlivý vliv má také na rostliny, zvířata a dokonce i budovy. Látky způsobující místní znečištění vzduchu vznikají především spalováním paliv při dopravě, vytápění a výrobě elektřiny.

Z nejvěrohodnějších a nejsystematičtějších údajů, které jsou k dispozici vyplývá, že v Evropě je LPG palivem s nižším vlivem na kvalitu ovzduší. V porovnání s ostatními hlavními palivy se v pěti hlavních oblastech využití LPG drží důsledně u dolního konce rozmezí vlivu na kvalitu ovzduší (viz obrázek 1).

**Obrázek 1:** Porovnání vlivu LPG a konkurenčních paliv na kvalitu ovzduší, Evropa



## 3 Vliv na ovzduší podle způsobu používání

Pro účely tohoto shrnutí byly podle čtyř hlavních způsobů využití LPG podrobně prozkoumány studie kvality místního ovzduší vypracované v Evropě a v USA.

Z hlediska objemu se LPG využívá v Evropě ke čtyřem hlavním účelům: jako palivo pro automobily, k vytápění, vaření a k výrobě elektřiny v lokálních agregátech. Studie vlivu na kvalitu místního ovzduší ale takto podrobné nejsou. Dělí se jen na dva typy: studie posuzující vliv spalování v automobilech (viz výše) a vliv spalování ve stacionárních spotřebičích, což zahrnuje vytápění, vaření a výrobu elektřiny v agregátech.

### 3.1 AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

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 má menší vliv na kvalitu místního ovzduší, než motorová nafta a přibližně stejně velký jako benzín.

K dispozici jsou dvě evropské studie vlivu automobilové dopravy na kvalitu místního ovzduší, které se zabývají LPG:

- Studie vypracovaná v rámci Evropského programu emisních zkoušek (EETP), sponzorovaná vládami a energetickými společnostmi a vypracovaná čtyřmi zkušebními, přímo porovnává LPG, benzín a motorovou naftu.
- Studie Úkolové skupiny pro čistší provoz vozidel britského Ministerstva dopravy, která srovnává LPG s benzínem a motorovou naftou; třebaže některá obecná zjištění ze studie byla zveřejněna, konkrétní emisní údaje o LPG publikovány nebyly.

Tři další evropské studie se vztahují k Programu EETP, ale neporovnávají vlivy, které má na kvalitu místního ovzduší LPG ve vztahu k jiným palivům. Organizace CONCAWE zveřejnila obsáhlý přehled emisních norem a palivových specifikací, nikoliv ale skutečné údaje o emisích. Jedná se nicméně o užitečný referenční dokument, který je přínosný zejména při objasňování důležitosti různých způsobů řízení při zkouškách emisí. Organizace Corinair vypracovala velmi podrobný rozbor automobilových emisí v Evropě, který je ale určen spíše k odhadování národních a regionálních emisí, než k porovnávání jednotlivých paliv. Studie Corinair neuvádí žádné faktory spotřeby, podle nichž by bylo možné emise k účelu porovnání normalizovat. Studie EcolInvent sice poskytuje pravděpodobně nejspolehlivější databázi pro posuzování životního cyklu (LCA) a hodnocení tzv. „uhlíkové stopy“ (carbon footprinting) obecně, ale LPG se nezabývá.

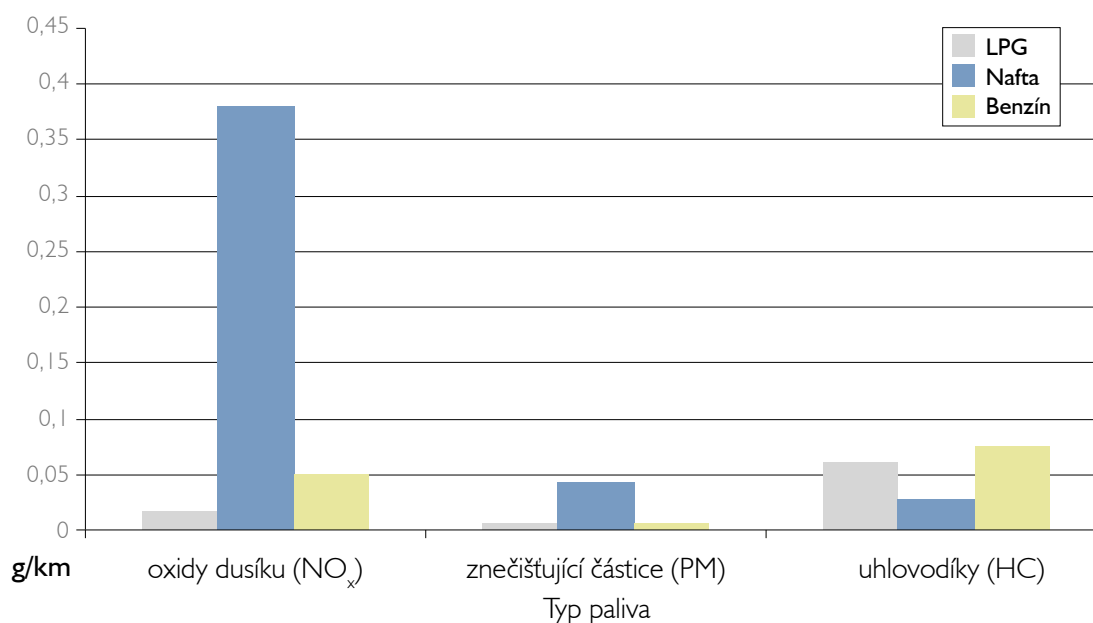
Dvě americké studie (USA) porovnávají místní vzdušné emise znečišťujících látek z LPG s hlavními konkurenčními palivy, ale jen jedna z nich (studie GREET laboratoře Argonne) postupuje způsobem, který má význam pro toto posouzení vlivu. I studie GREET má k účelům porovnávání jen omezenou využitelnost, protože v ní nejsou dostatečně zřetelně definovány výchozí předpoklady. V jiné studii od Kalifornské energetické komise je uvedeno užitečné srovnání platné v rámci Kalifornie, ale chybí tam porovnání s jinými státy (podrobnosti viz Literatura na str. 8).

Analýza typu well-to-wheel (z vrtu do automobilu) ve studii EETP ukazuje, že LPG produkuje v porovnání s benzínem a motorovou naftou méně sloučenin dusíku ( $\text{NO}_x$ ); znečišťujících částic (PM) obsahuje v podstatě stejně jako benzín a o dost méně než motorová nafta; a těkavých organických sloučenin (VOC) o něco méně než benzín, ale o dost více než motorová nafta (obrázek 2). Co se týká oxidu uhelnatého, z LPG jej vzniká více než z benzínu, a obě tyto látky jej produkují podstatně více než motorová nafta. Z hlediska emisí takzvaných „jedů“ (např. aldehydy, benzen, toluen, xyleny /BTX/, polyaromatické uhlovodíky /PAH/, apod.) LPG má téměř vždy menší vliv na kvalitu místního ovzduší, než motorová nafta a často nižší než benzín.

Objemy těchto znečišťujících látek jsou řádově nižší než objem oxidu uhličitého, hlavního produktu spalování<sup>A</sup>. Váha oxidu uhelnatého vznikajícího spalováním LPG je například více než tisíckrát menší, než váha vytvořeného oxidu uhličitého (Evropská agentura pro životní prostředí, 2007). Část místních znečištění lze připsat také odpařování uhlovodíků (záměrného v případě rozpouštědel a nezáměrného v případě skladovaných paliv).

<sup>A</sup> Oxid uhličitý představuje celosvětový problém, protože je příčinou globálního oteplování - nezhoršuje ale kvalitu místního

**Obrázek 2: Zastoupení znečišťujících látek v automobilových emisích podle typu paliva**



Britské Ministerstvo dopravy ověřilo zjištění EETP o oxidech dusíku (NO<sub>x</sub>) a znečišťujících částicích (PM) a konstatuje: „U lehkých vozidel může použití LPG a zemního plynu nabídnout poněkud nákladově efektivnější způsob snižování emisí NO<sub>x</sub> a PM10 (v porovnání s motorovou naftou) a CO<sub>2</sub> (v porovnání s benzínem), třebaže tyto emise se budou časem snižovat... Plyná paliva také zajistí menší hlučnost motorů. Nejmodernější lehká vozidla jezdí na dvojí palivo a kombinují benzín s LPG nebo zemním plynem. Větší přínosy v oblasti snižování emisí lze ale očekávat při použití čistě plynových motorů, a proto je třeba u lehkých vozidel využívání LPG a zemního plynu podporovat.“

Emisní normy Euro 5, které mají nabýt účinnosti koncem r. 2009, budou vyžadovat, aby nové automobily na motorovou naftu byly vybaveny částicovými filtry. Od rozšíření této technologie si slibujeme snížení emisí částic u vozidel na naftu oproti vozidlům spalujícím LPG a benzín. Přizpůsobení parametrů evropského parku naftových vozidel normám Euro 5 bude dlouhý proces, který neskončí dříve než v r. 2020.

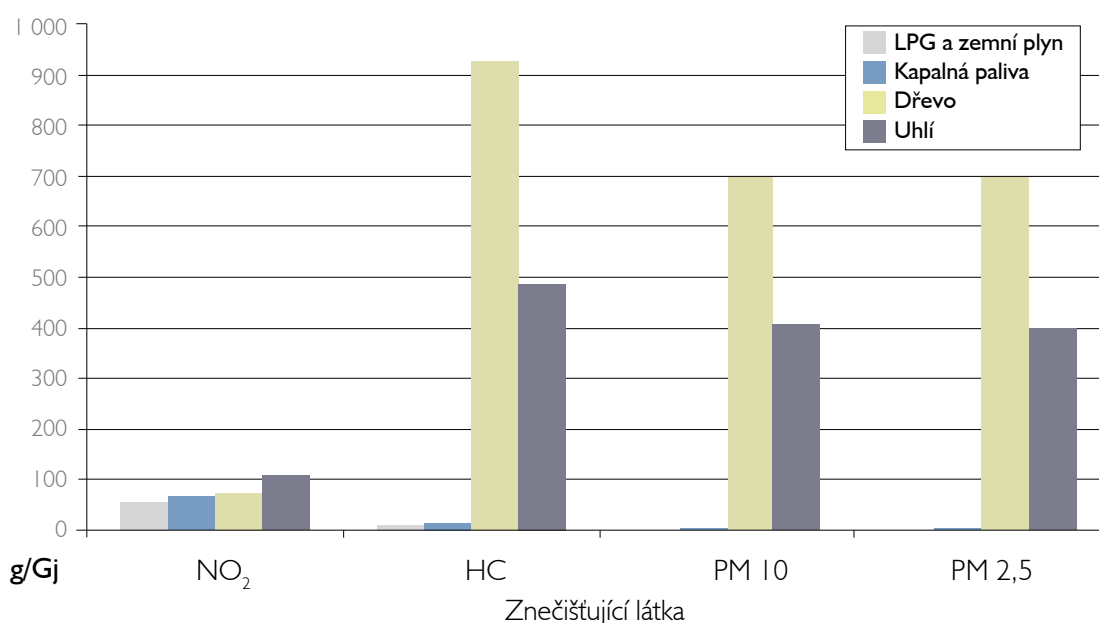
### 3.2 STACIONÁRNÍ SPALOVÁNÍ

Byly vypracovány tři velké studie, které srovnávají vliv topných paliv na kvalitu místního ovzduší v Evropě. Dvě studie od Evropské agentury pro životní prostředí (EEA) a VHK (poradní organizace EU) začleňují LPG do obecné kategorie „plynných paliv“. Corinair EEA se zabývá plynými palivy, k nimž patří zemní plyn a LPG, zatímco VHK výslovně považuje plyn za zástupce LPG, to znamená, že jejich vlivy (na produkci uhlíku a kvalitu místního ovzduší) se považují za shodné. Třetí studie od Ecolnvent se specificky nezabývá použitím LPG v oblasti stacionárního spalování a pojednává o plynu všeobecně.

Na základě nejsměrodatnějších a nejsystematičtějších údajů, které jsou k dispozici, lze konstatovat, že plyná paliva (LPG a zemní plyn) jsou z hlediska vypouštění emisí do místního ovzduší významně lepší, než jejich konkurenční výrobky<sup>B</sup> (obrázek 3), s výjimkou elektřiny a některých typů tepelných čerpadel, které v městském prostředí obecně produkují nižší úroveň emisí. U všech tří převažujících znečišťovadel, jimiž jsou uhlovodíky (HC), oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) a částice (PM), ale i u oxidu uhelnatého (CO), jedů a těžkých kovů, mají plyná paliva podstatně menší vliv na zhoršení kvality místního ovzduší než kapalná paliva (topné oleje a zbytkové oleje) a dramaticky menší vliv než tuhá paliva (uhlí a dřevo). Při použití modernějšího spalovacího a regulačního zařízení se sice výhodnost plyných paliv poněkud sníží, ale obecně zůstane na významné úrovni.

<sup>B</sup> Často označované jako VOC neboli těkavé organické sloučeniny

Obrázek 3: Zastoupení znečišťujících látek v emisích ze stacionárního spalování podle typu paliva



## 4 Dodatek: Přehled kvality místního ovzduší

Místní znečištění ovzduší může mít závažné zdravotní následky. Kontaminovaný vzduch vyvolává u lidí nejen nemoci dýchacího traktu a rakovinu, ale má nepříznivý vliv také na rostlinstvo a dokonce i na objekty (například narušení působením kyselých dešťů a ukládáním sazí).

Hlavní příčinou místního znečištění ovzduší je spalování paliv používaných při dopravě, vytápění a výrobě elektrické energie. Z procesu spalování se uvolňuje celá řada znečišťujících látek: uhlovodíky, oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>), oxid siřičitý, částice (PM), těžké kovy a dokonce i čpavek.

Látek znečišťujících místní ovzduší může být až 30 nebo 40 různých typů. Z tohoto množství vybraly regulační orgány ty neškodlivější, v závislosti na jejich toxicitě a míře působení. Ve studii vypracované pro Evropskou komisi určila Světová zdravotnická organizace (WHO 2003) pro Evropu toto pořadí závažnosti kontaminantů: částice (PM), oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>) a ozón (O<sub>3</sub>). Je možná překvapující, že NO<sub>2</sub> ani ozón (O<sub>3</sub>) nejsou uváděny jako znečišťující látky ze spalování. Je tomu tak proto, že ozón a do určité míry i oxid dusičitý jsou nepřímým výsledkem chemických reakcí v atmosféře. Jednoduše řečeno, oxid dusnatý má tendenci se přeměňovat (reakcí s kyslíkem) na oxid dusičitý, zatímco ostatní oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>) a uhlovodíky<sup>c</sup> vytváří reakcí se slunečním zářením ozón.

V reakci na uvedené skutečnosti se regulační orgány zaměřily hlavně na tři znečišťující látky:

**NO<sub>x</sub>** - oxidy dusíku vytvářející reakcí v atmosféře oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>), který může mít nepříznivé účinky na zdraví, zejména u lidí s chorobami dýchacího ústrojí. Vysoká úroveň působení těchto oxidů je uváděna do souvislosti s vysokým počtem hospitalizací na plicních odděleních, zatímco jejich dlouhodobé působení může ovlivnit činnost plic a u některých lidí zvýšit citlivost na alergenů. Oxidy dusíku také přispívají k tvorbě smogu, kyselých dešťů, mohou poškodit vegetaci, zvyšují tvorbu přízemního ozónu a v reakci s atmosférou mohou vytvářet jemné částice (tzv. „sekundární částice“).

**Částice** - jemné částice mohou mít nepříznivý dopad na zdraví lidí, zejména těch, kteří už trpí dýchacími obtížemi. Částice jsou dávány do souvislosti se zvýšeným počtem hospitalizací s dýchacími a kardiovaskulárními problémy, které u lidí s respiračními chorobami zvyšují úmrtnost a zkracují průměrnou délku života.

**Uhlovodíky** - přispívají k vytváření přízemního ozónu, který u lidí ohrožuje dýchací soustavu. Některé druhy uhlovodíků (HC) jsou navíc karcinogenní a představují také nepřímo působící skleníkové plyny.

<sup>c</sup> Včetně oxidu uhelnatého, který (přísně vzato) není uhlovodíkem

## 5 Literatura

**Argonne Labs GREET**, Skleníkové plyny, regulované emise a využívání energie v dopravě.

**Kalifornská energetická komise (2008)**. Posuzování životního cyklu paliv: energetické vstupy typu „well-to-wheel“ („z vrtu do automobilu“), emise a vliv na vodu.

**CONCAWE (2004-2005)**. Předpisy pro regulaci emisí z motorových vozidel a specifikace paliv, CONCAWE: Evropské sdružení pro životní prostředí, zdraví a bezpečnost při rafinaci a distribuci ropy založené naftařskými společnostmi.

**Ecolnvent**. St. Gallen, Švýcarsko. V2.0.

**EMPA, BAFU, a kol. (2007)**. Ökobilanz von Energieprodukten. Rainer Zah, Marcel Gauch, Roland Hirschier, 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.

**Evropská agentura pro životní prostředí (2007)**. CORINAIR.

**IFP a kol. (2004)**. EETP. Evropský program zkoušení emisí.

**IPCC (2006)**. Energie, Směrnice pro národní plánování skleníkových plynů, svazek 2, Mezvládní skupina pro klimatické změny. Společné výzkumné středisko Komise EU, EUCAR, a kol. (2006). Analýza typu „well-to-wheels“ budoucích paliv pro automobily a pohonné jednotky v evropském kontextu.

**SRI Consulting (2007)**. Uhlíkové stopy biopaliv a fosilních paliv. Skleníkové plyny.

**Britské ministerstvo dopravy (1997 - 2008)**. Úkolová skupina pro čistší provoz vozidel.

**US EPA (1978 - do současnosti)**. Model MOBILE (silniční vozidla)

**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.

**WHO (2003)**. Zdravotní hlediska znečišťování ovzduší částicemi, ozónem a oxidem dusičitým. Světová zdravotnická organizace.









