

# Potenciál biopaliv ke snižování zátěže životního prostředí ze silniční dopravy

Mgr. Vojtěch Máca<sup>1</sup>  
Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy

## **Abstract**

Transportation as a tool for moving people and goods provide multiple services to the society. On the other hand transportation is one of the major threats to the environment. With almost absolute dependency on fossil fuels it is emitting huge amounts of more or less dangerous substances which pose burden on the human health, ecosystems and other components of the environment.

With an intention of turning toward sustainable development the European Union enacted Directive 2003/30/EC on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport that aims at wider proliferation of biofuels in near future. One of the leading reasons was that biofuels can help to reduce greenhouse gases (GHG) emissions. Handful of ambitious targets for biofuels and alternative fuels development were set and various policies proposed. This paper gives an overview of today knowledge of what are the positive and negative effects of most used biofuels.

Starting with often mentioned potential reduction of GHG emissions it is necessary to look at all the “well-to-wheel” chain – it means that all the processes – including agricultural production, transportation of agricultural products and transformation into biofuels as well as distribution and consumption – have to be taken into account. Various studies show that the overall energy and GHG balance is often negative unless the by-product potential is also made use of.

The next topic for discussion is what the effects on the local atmospheric pollution are. Starting from description of main pollutants and their effects the evolution of European exhaust emission limits is presented. Then emission features of two most common biofuels – biodiesel and bioethanol are discussed. Biodiesel as a pure or blended fuel is deemed to bring reduction of particulate matters, carbon monoxide and hydrocarbon emissions while those of nitrogen oxides could slightly grow. Moreover in a neat form biodiesel is practically sulphur free. For bioethanol the results are also more or less positive – various tests revealed decrease of carbon monoxide and hydrocarbon emissions, while nitrogen oxide emissions remain almost constant. Ambiguous results were found for toxics – on the one hand some are reduced (benzene, 1,3-butadiene, toluene) but on the other hand some are increased (formaldehyde, acetaldehyde).

Biofuels are undoubtedly promising issue but we should handle it with care. Turning all the set-aside land or even unused land to producing rape, wheat, sugar beet or corn is presumably a step on the way to cause other environmental degradation. To be aware of all the consequences and all the costs and benefits will serve well in paving the way to sustainable transport.

## **Úvod**

Doprava umožňuje pohyb obyvatel, přístup k místům, surovinám, zboží, pracovním příležitostem i ostatním lidem. Je proto v každé společnosti jednou ze základních služeb. Doprava je však zároveň

---

<sup>1</sup> S přispěním Ing. Mgr. Hany Foltýnové; korespondenční adresa: Centrum pro otázky životního prostředí UK, U Kříže 8, 158 00 Praha 5, email: [vojtech.maca@czp.cuni.cz](mailto:vojtech.maca@czp.cuni.cz)

jedním z hlavních faktorů, který nepříznivě ovlivňuje kvalitu životního prostředí, a to především produkcí emisí znečišťujících ovzduší, vyšší hladinou hluku, zábořem půdy a skrývkami půdy při výstavbě nebo rekonstrukcích silniční a dálniční sítě, ale také užíváním přírodních surovin, jejichž těžba vede k dalšímu nepříznivému tlaku na životní prostředí. Varující jsou především trendy vývoje dopravy, které se nedaří otočit ani zastavit. V období let 1990 – 1999 vzrostl přepravní výkon v silniční dopravě o 57 % v přepravě osob a o 120 % v přepravě nákladů. Naproti tomu v železniční dopravě přepravní výkon klesl o 48 % v přepravě osob a o 59 % v přepravě nákladů (Moldan et al 2002). Tyto trendy posilují negativní zátěž životního prostředí z dopravy.

Evropská strategie udržitelného rozvoje přijatá v Göteborgu v červnu 2001 považuje rozvoj biopaliv za prioritní opatření především jako nástroj snižování emisí oxidu uhličitého. V návaznosti na to byla přijata směrnice 2003/30/ES o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě, která stanovením indikativních cílů usiluje o rychlý rozvoj biopaliv v dopravě.

## **Podpora rozvoje biopaliv**

Akční plán rozvoje biopaliv v EU, který vychází z Bílé knihy „Evropská dopravní politika pro rok 2010 – čas rozhodnout“ pokládá za nejslibnější formy náhrady konvenčních paliv v krátkém a střednědobém horizontu biopaliva, ve střednědobém a dlouhodobém horizontu zemný plyn a ve vzdálenější budoucnosti vodík. EU navíc navrhla velmi ambiciózní cíl pro jejich rozšíření – v Zelené knize o zabezpečení energetických zásob Evropské unie Komise navrhla, aby bylo cílem pro silniční dopravu nahradit 20 % konvenčních pohonných hmot alternativními pohonnými hmotami do roku 2020. Součástí akčního plánu je dosáhnout takového podílu v postupných krocích, které jsou shrnuty v následující tabulce.

**Tabulka: Scénář rozvoje alternativních paliv v EU do roku 2020 (podíl na celkové spotřebě pohonných hmot)**

Rok	Biopaliva (%)	Zemní plyn (%)	Vodík (%)	Celkem (%)
2005	2			2
2010	5,75	2		7,75
2015	(7)	5	2	(14)
2020	(8)	10	5	(23)

Zdroj: EC Commission (2001)

K provedení směrnice o podpoře biopaliv přijala vláda ČR v únoru tohoto roku nařízení 66/2005 Sb., kterým stanovila výši minimálního množství biopaliv, a to shodně jako jsou stanoveny indikativní cíle směrnicí 2003/30/ES, tj. 2 % k 31. 12. 2005 a 5,75 % k 31. 12. 2010 podle energetického obsahu.

## **Paliva a životní prostředí**

Silniční doprava se v ČR podílí přibližně 10 % na emisích CO<sub>2</sub>, necelým 1 % na emisích CH<sub>4</sub> a zhruba 38 % na emisích N<sub>2</sub>O. Jak uvádí Mezivládní panel pro klimatickou změnu, je stoletý skleníkový potenciál metanu ve srovnání s oxidem uhličitým 21krát vyšší a oxidu dusného dokonce 310krát vyšší. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty emisí z dopravy v ČR za jednotlivá paliva pro rok 2002.

**Tabulka: Emise skleníkových plynů ze silniční dopravy v ČR (2002)**

Zdroj skleníkových plynů	Spotřeba (TJ)	Emisní faktor			Emise		
		CO <sub>2</sub> (t/TJ)	CH <sub>4</sub> (kg/TJ)	N <sub>2</sub> O (kg/TJ)	CO <sub>2</sub> (tis. t)	CH <sub>4</sub> (tis.t)	N <sub>2</sub> O (tis. t)
<b>Silniční doprava</b>	<b>165 503</b>				<b>11 685,47</b>	<b>2,19</b>	<b>1,91</b>
Benzín	86 416	68,61	20,84	19,44	5 928,74	1,80	1,68
Motorová nafta	75 284	73,33	4,99	3,00	5 520,28	0,38	0,23
Zemní plyn	150	55,82	53,33	0,00	8,37	0,01	0,00
LPG	3 653	62,44			228,08	-	-

Zdroj: ČHMÚ (2004)

Produkce skleníkových plynů z dopravy dosahuje více než 11 milionů tun oxidu uhličitého, 2 tisíce tun metanu a téměř 2 tisíce tun oxidu dusného. Pro srovnání – objem alokovaných emisních povolenek největším emitentům z energetiky a průmyslu v rámci Národního alokačního plánu na jeden rok činí 97,6 mil. kusů (což odpovídá 97,6 mil. t CO<sub>2</sub>).

Na rozdíl od emisí skleníkových plynů, jejichž dopad je globální, doprava produkuje rovněž emise působící na úrovni lokální až regionální. Nejvýznamnější typy těchto emisí pocházející ze spalování ropných derivátů v mobilních zdrojích patří oxidy dusíku, těkavé uhlovodíky, oxid uhelnatý, pevné částice, benzen, aldehydy a 1,3-butadien a polyaromatické uhlovodíky (PAH). Množství vypouštěných emisí závisí v prvé řadě na typu technologie motoru a od ní odvozeném typu paliva, jeho kvalitě a způsobu úpravy výfukových plynů. Samotné emise nepocházejí pouze ze spalování paliva, ale v menší míře i z odparu z palivové nádrže. Významnými faktory, které dále ovlivňují působení emisí, jsou klimatické a geografické podmínky. V horkém počasí je pravděpodobnější vznik přízemního ozónu, stejně tak jsou „aktivnější“ toxické látky. Naopak oxid uhelnatý více působí v zimě a ve vyšších polohách.

**Tabulka: Emise ze silniční dopravy, jejich vznik a dopad**

Emise	Proces vzniku	Dopad
Oxid uhličité (CO <sub>2</sub> )	Spalování uhlovodíkových paliv	Globální dopad – skleníkový plyn
Regulované emise		
Tuhé částice (PM)	Nedokonalé spalování uhlovodíkových paliv, nečistoty v palivu	Lokální znečištění ovzduší – karcinogenita, vazba na nemoci dýchací soustavy
Oxidy dusíku (NO <sub>x</sub> )	Vznikají při vysoké teplotě spalování paliva ze vzdušného dusíku	Lokální znečištění ovzduší – vazba na nemoci dýchací soustavy. Prekurzor kyselé atmosférické depozice, která působí škody na ekosystémech a na budovách. N <sub>2</sub> O je skleníkový plyn
Oxid siřičitý (SO <sub>2</sub> )	Spalování síry obsažené v palivu	Lokální znečištění ovzduší – zhoršuje nemoci dýchací soustavy.
Uhlovodíky (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	Nedokonalé spalování uhlovodíkových paliv	Lokální znečištění ovzduší – prekurzory troposférického ozónu, mohou být rakovinotvorné nebo mutagenní. Metan (CH <sub>4</sub> ) je skleníkový plyn
Oxid uhelnatý (CO)	Nedokonalé spalování	Lokální znečištění ovzduší -

	uhlovodíkových paliv	zhoršuje nemoci dýchací soustavy
--	----------------------	----------------------------------

U konvenčních zážehových motorů vybavených trojcestným katalyzátorem je úroveň emisí oxidů dusíku nejvíce ovlivňována obsahem látek jako je síra, polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) a v menší míře obsahem olefinů v palivu, které ovlivňují účinnost katalyzátoru, případně samotného spalovacího procesu. U vznětových motorů je vliv obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků, podobně jako dalších charakteristik (hustota, destilační teplota) na emise oxidů dusíku podstatně nižší, přitom se však může až řádově lišit u malo- a velkoobjemových motorů.

Víceméně opačný vliv je shledáván u emisí uhlovodíků a oxidu uhelnatého – u benzínu je vliv složení téměř zanedbatelný a emise jsou účinně redukovány katalyzátorem, naproti tomu u nafty mohou vlastnosti jako hustota, destilační teplota a cetanové číslo výrazně ovlivnit tyto emise, ačkoliv je jejich úroveň u vznětových motorů velmi nízká.

V případě emisí pevných částic je u vznětových motorů vliv řady již zmiňovaných charakteristik – především hustoty, destilační teploty, obsahu polycyklických aromatických uhlovodíků a síry – zásadní. Řádově nižší úroveň emisí proti konvenčním vznětovým motorům mají vznětové motory s vícebodovým vstřikováním, stejně jsou na tom i vozy vybavené filtrem pevných částic – úroveň emisí se blíží vozidlům jezdícím na benzín či na LPG.

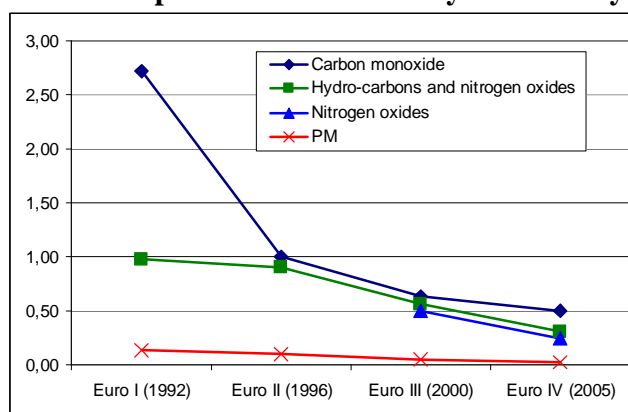
Naopak emise benzenu jsou relevantní především u motorů poháněných benzínem. Jejich snižování je možné jednak snižováním obsahu benzenu a polycyklických aromatických uhlovodíků v palivu, dosud neúčinnějším způsobem je použití trojcestného katalyzátoru.

Velmi podobné kvalitativní znaky jako u uhlovodíků ovlivňují úroveň emisí aldehydů a 1,3-butadienu.

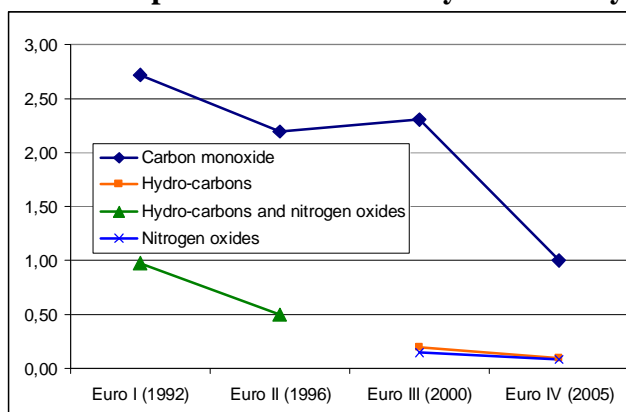
Emise polycyklických aromatických uhlovodíků jsou jednak nedokonale spálené polycyklické aromatické uhlovodíky obsažené v palivu samotném, mohou však vznikat i při spalování jiných složek paliva a rovněž z mazacích olejů.

V následujících tabulkách jsou uvedeny emisní limity stanovené předpisy EU pro osobní vozidla poháněná zážehovými a vznětovými motory a limity pro těžká nákladní vozidla se vznětovým motorem. V ČR byla až do roku 2001 používána metodika EHK OSN, která odpovídá metodice EURO, ovšem s určitým časovým zpožděním.

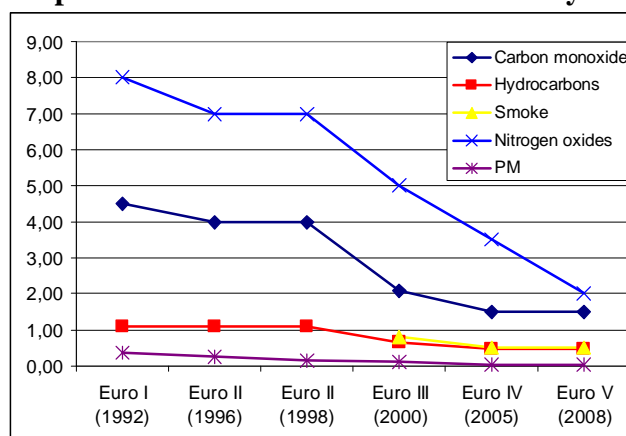
### Vývoj emisních limitů Euro pro osobní automobily se vznětovým motorem (g/km)



## Vývoj emisních limitů Euro pro osobní automobily se zážehovým motorem (g/km)



## Emisní limity Euro pro těžká nákladní vozidla se vznětovým motorem (g/kWh)



## Potenciál biopaliv ke snížení zátěže životního prostředí

Pro celkové hodnocení vlivu biopaliv na životní prostředí je nezbytné zohlednit celý řetězec od jejich výroby po spotřebu. Jednou částí tohoto cyklu je hodnocení bilance potřeby energie vstupující v různých fázích, další bilance emisí skleníkových plynů a jiných znečišťujících látek.

Zatímco studií zabývajících se analýzou životního cyklu biopaliv z hlediska klimatické změny existuje celá řada, studií zabývajících se životním cyklem biopaliv z hlediska dalších dopadů na životní prostředí (a tedy emisemi jiných polutantů) je poskrovnu. Při analýze životního cyklu se navíc často vyskytují jen těžko srovnatelné parametry. U stejných biopaliv tak může být dodávaná energie vyráběna různými zdroji s různě velkými emisemi pevných částic, oxidů síry a dusíku a dalších zplodin; na rozdíl od emisí skleníkových plynů hraje významnou roli umístění zdroje emisí, kdy se úroveň dopadu (především v kategorii dopadu na lidské zdraví) řádově liší mezi městským prostředím a méně obydlenými oblastmi. Na druhou stranu je věnována velká pozornost poslední části cyklu „well-to-wheel“, a to emisím ze spalování biopaliv v pohonné jednotce vozidla.

V následující části bude pojednáno o bilancích energie a skleníkových plynů v průběhu celého řetězce a o emisích ostatních znečišťujících látek ze spalování biopaliv.

V celém cyklu od výroby po spotřebu biopaliv jsou jako vstupy využívány i další, obvykle neobnovitelné zdroje energie. Z hlediska klimatu je pozornost upřena na spotřebu těchto energií a na emise tří nejvýznamnějších skleníkových plynů (oxid uhličitý, metan a oxid dusný). V řetězu od výroby po spotřebu je věnována pozornost následujícím fázím:

- Zemědělství
- Doprava zemědělské produkce
- Přeměna na biopaliva
- Bonus z vedlejších produktů
- Distribuce biopaliv
- Spotřeba biopaliv

Ve fázi zemědělské produkce do kalkulace bilance životního cyklu vstupuje vložená energie a emise z pěstování biomasy pro výrobu biopaliv. Nejvýznamnější příspěvek pochází z používání dusíkatých hnojiv a spotřeby pohonných hmot při obhospodařování. Pouze v případě, kdy biopaliva pocházejí z organických zbytků, je zemědělská fáze vynechána.

Pod pojem bonus z vedlejších produktů je zařazena náhrada konvenčních produktů vedlejšími produkty. Do bonusu bývá mj. zahrnuta spotřeba neobnovitelných zdrojů energie a uvolněné emise skleníkových plynů při výrobě konvenčních produktů.

**Tabulka: Zdroje biopaliv a potenciální tlaky na zemědělskou produkci**

Potravinářské a energetické plodiny	Biologicky rozložitelné odpady
• převedení současných plodin pro výrobu potravin/krmiv na biopaliva (snížení produkce pro ostatní účely/snížení nadprodukce)	• odpadní oleje a maziva
• zvýšení produkce plodin (orientace na vyšší výnosy, zvětšení ploch, jiné plodiny)	• odpadní produkty ze zemědělství a lesnictví
• produkce specifických energetických plodin (obsahujících celulózu) na nevyužitých/nových plochách	• průmyslové odpady (např. z papíren a celulózek)
	• organický komunální odpad

Potenciál biopaliv ke zlepšení energetické bilance a bilance skleníkových plynů byl analyzován v několika desítkách studií. Porovnání závěrů vybraných studií pro bioetanol a metylester řepkového oleje provedené sdružením CONCAWE vyhodnotilo tento potenciál jako poměrně problematický a závislý na celé řadě dalších parametrů. Jednoznačně pozitivní přínos je do značné míry odvislý od využití vedlejších výstupů z výroby biopaliv. Tak například vedlejším produktem z výroby bioetanolu jsou vedle lepku lihovarské výpalky, což jsou zbytky po fermentaci, které obsahují vysoké množství bílkovin a vlákniny. Nabízí se zde využití vysušených výpalků – buď jako krmivo pro hovězí dobytek a prasata (konzervativní předpoklady uvažují s 10% přídatkem do krmných směsí) – nebo jejich energetické vyžití jako zdroje energie pro vlastní výrobní proces. Využití vedlejších produktů je dosažitelné i u výroby metylesteru z řepky, kde vedlejším produktem při lisování řepkového oleje jsou řepkové pokruty, které lze rovněž využít jako krmivo (dalším vedlejším produktem je glycerín vznikající při esterifikaci řepkového oleje).

V následující tabulce jsou uvedeny souhrnné výsledky studie CONCAWE pro energetickou bilanci (tj. poměr energie vložené vůči energii získané) a bilanci skleníkových plynů, ve variantách s a bez využití vedlejších produktů jako krmiva.

**Tabulka: Rozsah úspor energie a emisí skleníkových plynů etanolu a metylesteru řepkového oleje s a bez využití vedlejších produktů jako krmiva**

% úspora	Etanol		MEŘO	
	bez	s	bez	s
Využití krmiva				
Energetická úspora	17	31	47	56



<b>Úspora skleníkových plynů</b>	26	37	53/7*	58/21*
----------------------------------	----	----	-------	--------

\* se zahrnutím hodnocení emisí N<sub>2</sub>O

Zdroj: CONCAWE 2002

Méně pozitivní energetickou bilanci ukazuje studie Mezinárodní energetické agentury (viz tabulka v příloze). Ve srovnání s klasickými palivy zde vychází biopaliva z hlediska spotřeby energie v celém cyklu od výroby až po spotřebu jako méně efektivní zdroje – u osobních vozidel je bioetanol ze škrobu o 17 – 51 % méně efektivní ve srovnání s benzínem, u MEŘO je to o 0 – 16 %. U nákladních vozidel je tato bilance pro biopaliva ještě horší.

Vedle obvykle zmiňovaných souvislostí biopaliv s životním prostředím, jako je potenciál ke snížení emisí skleníkových plynů a znečištění, je podstatně menší pozornost věnována dalším vlivům. Mimo pozornost tak často zůstávají dopady výroby biopaliv na půdu a ekosystémy a na kvalitu vod. Vedle ohrožení povrchových vod úniky hnojiv z intenzivně obhospodařovaných ploch – např. u řepky se doporučuje během jarního hnojení dodat zhruba 140 – 180 kg N/ha (obvykle ve dvou dávkách) – se mění i využití vedlejších produktů – třeba u slámy namísto zorání energetické využití, nebo se zužitkuje dříve nepotřebný „odpad“ – např. dřevní odpad (štěpka).

## ***Srovnání emisí konvenčních paliv a kapalných biopaliv***

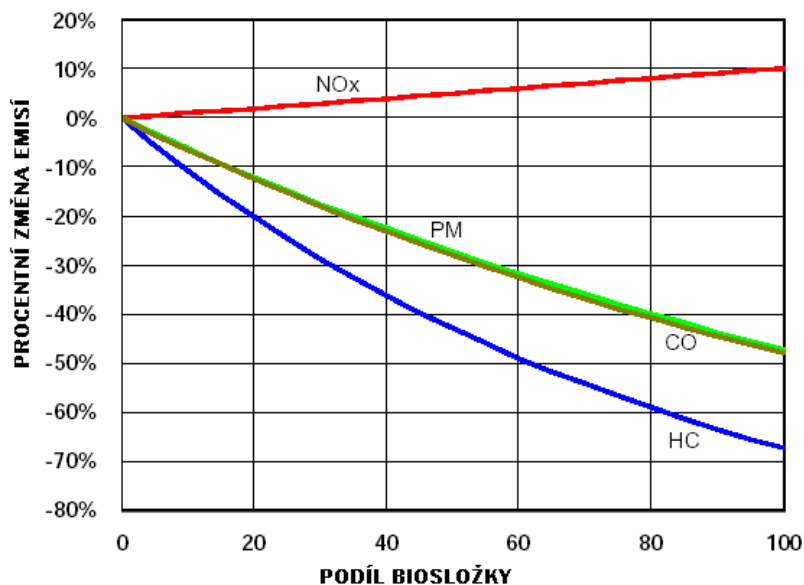
### **Bionafta**

Řada testů provedená jak s čistou bionaftou, tak se směšným palivem, prokazuje významný pokles všech emisními limity sledovaných látek s výjimkou oxidů dusíku. Prakticky nulový obsah síry v bionaftě navíc znamená téměř nulovou úroveň emisí oxidů síry. Méně potěšujícím důsledkem je mírně vyšší spotřeba bionafty, která vyplývá z nižšího energetického obsahu – u 20% přídavku bionafty je odhadováno snížení výkonu o 1-2 %.

Demonstrační pokusy v Německu (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft a Fachhochschule Coburg) dokládají významný přínos bionafty ve snížení obsahu pevných částic ve výfukových plynech. Užití čisté bionafty (100 % biopalivo) snižuje obsah pevných částic o 40-60 % a rovněž z testů vyplývá výrazně nižší mutagenicita než u konvenční nafty. Současně testy prokazují možnost použití filtrů prachových částic i u vozidel poháněných bionaftou. Studie (Munack et al 2003) na motoru Mercedes Benz 4,2 l tyto závěry zcela nepotvrzuje – emise CO a HC jsou sice u MEŘO výrazně nižší než u motorové nafty a emise NO<sub>x</sub> vyšší, avšak emise PM jsou podle této studie zhruba stejné.

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky rozsáhlé analýzy realizovaných testů emisních charakteristik s různými poměry směsí bionafty (v převažující většině na bázi sojového oleje) a konvenční nafty u těžkých silničních nákladních vozidel provedené americkou Agenturou pro životní prostředí. Kromě těchto „klasických“ emisí je v souhrnu předpokládán pokles emisí toxických látek, i když to nemusí platit jednotlivě. Z hlediska emisí oxidu uhličitého nebyl nalezen jednoznačný rozdíl, který však nelze ani předpokládat – přínos zde představuje „obnovitelný původ“ uhlíku v bionaftě.

## Průměrný vliv bionafty na emise z motorů pro těžké silniční nákladní vozidla



Zdroj: EPA (2002)

V neposlední řadě má bionafta oproti klasické naftě výrazně vyšší biologickou odbouratelnost. Podle amerických pramenů je rychlost rozkladu ve vodním prostředí u bionafty 4-5krát vyšší než u klasické nafty (NBB 1998).

## Bioetanol a ETBE

Rovněž u bioetanolu ukazuje celá řada studií pozitivní vliv v podobě snížení emisí, zejména oxidu uhelnatého a uhlovodíků.

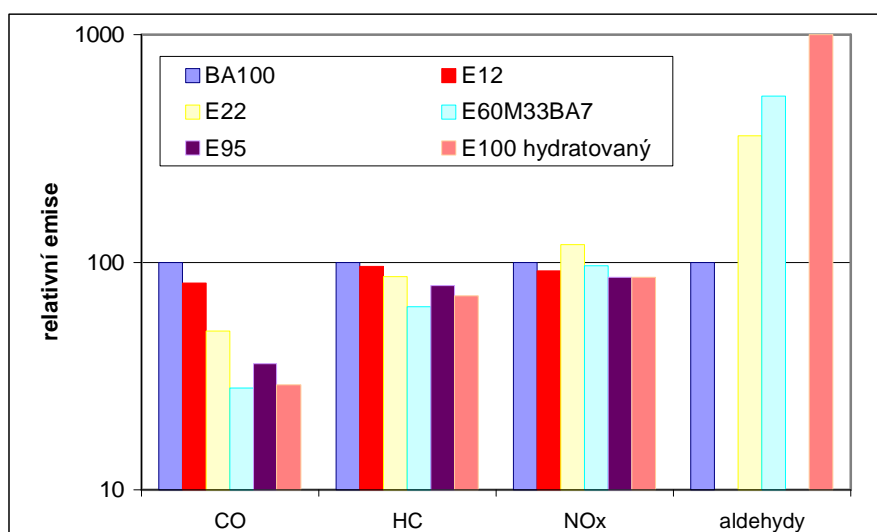
Nízká úroveň ředění benzínu etanolem vede ke nejednoznačnému vlivu na emise NO<sub>x</sub>, který se pohybuje mezi poklesem o 10 % až nárůstem o 5 % oproti čistému benzínu (IEA 2004). Přimíchávání etanolu snižuje emise oxidu uhelnatého. Směs benzínu s etanolem však vykazuje výrazně vyšší emise těkavých organických látek – především samotného etanolu. Podle americké Národní laboratoře pro obnovitelné zdroje však těkavost s rostoucí koncentrací etanolu klesá – nejvyššího stupně dosahuje zhruba 5% přídavek, podobné výsledky uvádí i pro tlak Reidových par (NREL 2002).

Díky přimíchání etanolu klesají emise nejtoxičtějších vzdušných polutantů – benzenu, 1,3-butadienu, toluenu a xylenu, naopak emise acetaldehydu, formaldehydu a peroxyacetyl nitrátu (PAN) se zvýší. Formaldehyd a acetaldehyd přitom nepocházejí ze samotného paliva, vznikají sekundárními procesy v atmosféře. PAN, který dráždí oči a je nebezpečný rostlinám, také vzniká díky atmosférické transformaci, a tak jeho množství, které vznikne, závisí na počasí.

Následující graf představuje emisní charakteristiky odvozené v rámci Brazílského bioetanolového programu.



## Relativní srovnání emisí při použití různých směsí ethanolu oproti benzínu v Brazílii (benzín = 100)



BA100 – automobilový benzín; E12 – benzín s přidavkem 12 % etanolu; E22 – benzín s přidavkem 22 % etanolu; E60M33BA7 – směs etanol 60 %, metanol 33 % a benzín 7 %; E95 – směs 95 % etanol a 5 % benzín; E100 – hydratovaný etanol 100%

Zdroj: NREL (2002)

Poté, co bylo upuštěno od přidávání olova do benzínu jako prostředku ke zvýšení oktanového čísla (olovnatý benzín), využívají se pro tento účel oxygenáty – étery a alkoholy. Mezi nejčastěji používané étery patří metyl-terc-butyl-eter (MTBE), u něhož však díky jeho toxicitě bývá zmiňován negativní vliv na kvalitu podzemních vod, což vedlo k zákazu jeho používání v některých státech USA a snaze o nahrazení jinými méně toxickými étery nebo alkoholy. Takovým méně toxickým substitutem je etyl-terc-butyl-eter (ETBE), který s použitím bioetanolu k jeho výrobě patří mezi biopaliva ve smyslu evropské směrnice – podíl bioložky v tomto případě činí 47 %.

Další možnost představuje přidavek bioetanolu, a to díky jeho vyššímu oktanovému číslu. Na druhou stranu je však výraznou nevýhodou etanolu nižší energetický obsah, který vůči benzínu činí cca 67 % (vůči naftě cca 59 %) energetického obsahu na shodný objem.

## Závěr

Výroba a užití pohonných hmot v silniční dopravě vede k emisím, které mají vliv na životní prostředí a zdraví. Navíc současná potřeba pohonných hmot v dopravě je vysoce závislá na neobnovitelných zdrojích.

Palčivé problémy představují emise skleníkových plynů v globálním měřítku a znečišťování ovzduší, které se dotýká lidského zdraví a ekosystémů, a rovněž působí na škody na zemědělské produkci a stavebních materiálech. Přispět k řešení těchto problémů bylo jedním z motivů přijetí evropské směrnice o podpoře biopaliv.

Vezmeme-li však v úvahu dopad biopaliv na životní prostředí v celém cyklu od jejich výroby až po jejich spotřebu, není tento přínos jednoznačný. Z hlediska snižování emisí oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů mohou být biopaliva přínosná, bude-li potřeba energie k vypěstování energetických plodin a k výrobě paliv nižší než energie získaná. V současné chvíli ale tato bilance není zaručena u všech plodin a výrobních postupů. Negativní vliv představuje používání hnojiv a pesticidů a to zejména u plodin, které vyžadují vysoké dávky těchto látek (cukrovka, řepka).

V neposlední řadě je třeba si uvědomit širší souvislosti rozvoje biopaliv. S růstem požadavků na produkci biopaliv poroste tlak buď na intenzifikaci zemědělské produkce nebo na zvětšení

obhospodařovaných ploch, případně obojí. Tím bude docházet k nepříznivým vlivům na krajinu a biologickou rozmanitost.

Přesto mohou biopaliva přispět ke snížení zátěže životního prostředí. Většina odborné literatury se shoduje na jejich pozitivním vlivu – ať už při snižování škodlivých emisí při spalování čistých nebo smíšených biopaliv nebo směřováním k uzavření cyklu koloběhu uhlíku v biopalivech.

## **Poděkování**

Tento příspěvek vznikl díky laskavé podpoře z projektu Ministerstva dopravy VaV/1F44E/022/210 „Ekonomika zavádění alternativních paliv v České republice a možnosti internalizace externích nákladů v dopravě“.

## **Literatura**

EEA (2002) EU – Uptake of cleaner fuels, TERM 2002 31, Copenhagen

EC Commission (2001) Promotion of bio-fuels and other alternative fuels for road transport. Action plan, Directorate for Energy and Transport, Brussels

E4tech (2003) Liquid biofuels and hydrogen from renewable resources in the UK to 2050: a technical analysis

WHO (2005) Health effects of transport related air pollution, Geneva

EPA (2002) A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, Washington

NREL (2002): Issues Associated with the Use of Higher Ethanol Blends, Boulder

IEA (2000) Automotive Fuels for the Future, Paris

IEA (2004) Biofuels for Transport, Paris

CONCAWE (2002) Energy and greenhouse gas balance of biofuels for Europe – an update, Brussels

Moldan et al (2002) Národní strategie udržitelného rozvoje a regionální rozvoj. K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek, Centrum Univerzity Karlovy pro otázky životního prostředí, Praha

ČHMÚ (2004) National Report to UNFCCC, Praha

NBB (1998) Summary results from NBB/USEPA Tier I health and environmental effects testing for biodiesel under requirements for USEPA registration of fuels and fuel additives – final report

Federal Republic of Germany (2005) Second national report on the implementation of directive 2003/30/EC of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Berlin

Munack et al (2003) Untersuchung von Biodiesel und seinen Gemischen mit fossilem Dieselkraftstoff auf limitierte Emissionen, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Braunschweig

Spotřeba energie v cyklu „od zdroje ke kolu“ (Well-to-Wheel)

Palivo	Výroba výchozí suroviny		Doprava výchozí suroviny		Výroba paliva		Distribuce paliva		Vozidlo		„od zdroje ke kolu“	
	MJ/GJ <sup>1</sup>	Relativně k benzínu <sup>2</sup>	MJ/GJ <sup>1</sup>	Relativně k benzínu <sup>2</sup>	MJ/GJ <sup>1</sup>	Relativně k benzínu <sup>2</sup>	MJ/GJ <sup>1</sup>	Relativně k benzínu <sup>2</sup>	LDV <sup>10</sup>	HDV <sup>11</sup>	LDV <sup>10</sup>	HDV <sup>11</sup>
<b>Benzín</b>	30-62.4	100	7-8.2 <sup>4</sup>	100	93-135	100	2-15	100	100	ND	100	ND
<b>Nafta</b>	30-58.7	94-100	7-7.7	94-100	50-53	37-55	1.9-10	67-95	78-96	100	75	100
<b>LPG</b>									91-99 <sup>9</sup>	109-114 <sup>9</sup>		
Ropné pole	50-52.9 <sup>3</sup>	85-167	7.3	89	0	0	13.1-30	200-655			83-92	105-109
Rafinerie	30-81.4	100-130	7-10.6 <sup>5</sup>	100-129	87-100	74-90	13.1-25	167-655			89-102	117
<b>Zemní plyn</b>	30.9-50	50-167	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	0	0	30-90	600-1500	84-103	111-140	88-91	113-116
<b>Methanol</b>							10-22 <sup>9</sup>	133-500 <sup>9</sup>	87-96 <sup>9,12</sup>	97-113 <sup>9,12</sup>		
Zemní plyn	30 <sup>3</sup>	100	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	400-531	296-459					110	132
Celulóza	44-130	71-433	27-30 <sup>6</sup>	329-429	337-1000	291-741					110-165	135-199
<b>Etanol</b>							8-10 <sup>9</sup>	67-400 <sup>9</sup>	85-103 <sup>9</sup>	98-105 <sup>9</sup>		
Celulóza	54-180	180-600	15-30 <sup>6</sup>	214-429	1060-1880	917-1393					176-269	224-283
Cukr / škrob	271-360	434-1200	15 <sup>8</sup>	183-429	305-870	317-809					117-151	143-207
<b>Bionafta (MEŘO)</b>	300-415	665-1000	10-20	122-286	89-470	92-406	5-10	67-250	78-96	95-105	100-116	119-138
<b>Vodík (elektrolýza)</b>	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	860-2730	637-2022	620-1080	4133-7200	83-85	ND	178-346	ND
<b>DME</b>	ND	ND	0 <sup>7</sup>	0 <sup>7</sup>	ND	ND	10	167-280	104 <sup>13</sup>	ND	ND	ND

Zdroj: IEA (2000)

Poznámky: 1. vyjádřeno v MJ na GJ každého paliva; 2. vyjádřeno jako procentní podíl hodnoty pro benzín; 3. pro těžbu a zpracování; 4. nebo 1 až 1,5 % energie surové ropy dovážené do Evropy ze Středního Východu; 5. ze Severního moře do terminálu ve Velké Británii; 6. doprava dřeva na 50 km; 7. není zahrnut žádný vstup – pro vodík je uvažováno, že náklady na vodu pro hydrolýzu jsou nulové, doprava zemního plynu je zahrnuta do distribuce, výroba metanolu a dimethyléteru (DME) je uvažována v místě těžby zemního plynu; 8. doprava pšenice 260 km; 9. nelze-li rozdělit data rozdílného původu LPG, metanolu a etanolu vztahují se data ve zvýrazněném řádku k palivům ze všech zdrojů; 10. referenční vozidlo je osobní automobil s zážehovým pohonem a hodnoty jsou vyjádřeny jako procentní podíl spotřeby paliva; 11. referenční vozidlo je těžký nákladní automobil s vznětovým pohonem a hodnoty jsou vyjádřeny jako procentní podíl spotřeby paliva; 12. uvedené hodnoty se vztahují k směsi metanolu a benzínu s 85% podílem metanolu (M85) pro osobní vozidla a k čistému metanolu (M100) pro nákladní vozidla; 13. hodnota se vztahuje k testu jediného vozidla a to osobního vozu se vznětovým motorem.