



**Dílčí zpráva ke komplexnosti využívání alternativních
zdrojů pohonu a akcentací rozlišení dopadů do složek
životního prostředí**

Brno, listopad 2011

**Dílčí zpráva ke komplexnosti využívání alternativních
zdrojů pohonu a akcentací rozlišení dopadů do složek
životního prostředí**

Zadavatel:	Ministerstvo dopravy odbor strategie
Zastoupené:	Ing. Luďkem Sosnou Ph.D., ředitelem odboru
Styčný pracovník:	Mgr. Robert Spáčil, Ph.D.
Řešitelské pracoviště:	Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí, Líšeňská 33a, 636 00 Brno
Zastoupené:	Ing. Jiřím Jedličkou, ředitelem divize
Řešitelský kolektiv:	Ing. Libor Špička, zodpovědný řešitel, Ing. Jiří Jedlička Mgr. Roman Ličbinský Ing. Vilma Jandová

Obsah

1.	Spotřeba alternativních paliv v ČR	4
2.	Vliv motorových paliv na složky životního prostředí.....	7
2.1	Vliv na znečištění vod	7
2.2	Půda.....	7
2.3	Ovzduší	8
2.4	Živočichové a lidé	9
3.	Dopady alternativních paliv do složek životního prostředí.....	11
3.1	Bionafta	11
3.2	Směsná motorová nafta	12
3.3	Ethanol E85.....	15
3.4	LPG.....	18
3.5	CNG.....	20
	Seznam zkratk.....	22
	Literatura	23

1. Spotřeba alternativních paliv v ČR

Výstavba zpracovatelských kapacit pro výrobu metylesterů mastných kyselin a jejich osvobození od spotřební daně způsobilo vznik poptávky po tzv. bionaftě. Opětovné zavedení spotřební daně v roce 2005 zapříčinilo výrazný propad poptávky po bionaftě. Od roku 2006 jsou čistá biopaliva opět osvobozena od spotřební daně, což se projevilo skokovou změnou ve spotřebovaném množství. K dalšímu postupnému nárůstu dochází z důvodu povinného přimíchávání biosložky do automobilových benzínů a motorové nafty. Od 1.9.2007 platí podle zákona o ochraně ovzduší povinnost přimíchávání 2 % objemových metylesterů mastných kyselin do celkového množství motorové nafty uváděné do daňového oběhu. Dále od 1.1.2008 platí podle výše citovaného zákona povinnost přimíchávání 2% objemových bioetanolu do celkového množství automobilového benzínu uváděného do daňového oběhu v ČR. Na navýšení spotřeby biopaliv v roce 2009 mělo zásadní vliv navýšení podílu příměsi metylesterů mastných kyselin do motorové nafty ze 2 % na 4,5 % a navýšení podílu bioetanolu do automobilového benzínu ze 2 % na 3,5 %, s platností od 1.1.2009 pro paliva uváděná do daňového oběhu v ČR. V roce 2010 došlo k dalšímu nárůstu spotřeby metylesterů mastných kyselin (FAME). Na spotřebu FAME mělo zásadní vliv navýšení podílu příměsi biosložky do motorové nafty ze 4,5 % na 6,0 % s platností od 1.6.2010 a celkové zvýšení spotřeby motorové nafty. Zároveň byl s platností od 1.6.2010 navýšen podíl bioetanolu do automobilového benzínu ze 3,5 % na 4,1 %, ale z důvodu meziročního poklesu spotřeby automobilových benzínů došlo k celkovému snížení spotřeby bioetanolu. Spotřeba CNG vykazuje od roku 2004 každoroční nárůst. K nejvýraznějšímu nárůstu spotřeby CNG došlo v roce 2010, a to téměř o 24,2 % [1]. Spotřeba LPG mírně kolísá a je závislá mimo jiné na výraznějších výkyvech ceny automobilového benzínu. Podíl spotřeby jednotlivých alternativních paliv na celkové spotřebě pohonných hmot v roce 2010 je uveden v tabulce 1.2.

Tab. 1.1 Spotřeba alternativních paliv [1]

Druh paliva	Spotřeba za rok [tis. tun]										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
FAME	70,3	51,6	73,1	70,1	35,8	3,2	20,2	36,9	88,1	135,6	184,2
Etanol	•	•	•	•	•	•	•	0,3	50,7	74,9	69,0
LPG	62,1	72,4	92,0	97,8	100,8	70,0	72,0	77,0	78,0	80,0	76,0
CNG	4,9	4,9	4,9	5,0	1,9	2,1	2,5	4,1	4,7	5,7	7,0

• údaj není k dispozici

Tab. 1.2 Podíl motorových paliv na celkové spotřebě PHM v roce 2010

Druh paliva	Spotřeba PHM [tis. tun]	Podíl na celk. spotřebě PHM [%]
Automobilový benzín	1856,0	30,6
Motorová nafta	3881,0	63,9
FAME	184,2	3,0
Etanol	69,0	1,1
LPG	76,0	1,3
CNG	7,0	0,1

V roce 2010 byly v rámci dokumentů Technologické platformy silniční doprava zpracovány odhady spotřeby pohonných hmot do roku 2030. Výpočty vycházely ze vývoje spotřeby PHM do roku 2009, zahrnovaly odhad budoucí spotřeby automobilových benzínů a motorové nafty s přihlédnutím k obměně vozového parku, legislativním dokumentům stanovujícím výkonnostní emisní normy pro osobní a lehká užitková vozidla, stanoviskům ACEA (přizpůsobení vozidel zvyšování podílu biosložek v benzínech), vývoji v oblasti motorových paliv a dalším významným vlivům na spotřebu paliv. Výsledné odhadované spotřeby vybraných PHM jsou uvedeny v tab. 1.3.

Tab. 1.3. Odhad spotřeby vybraných PHM do roku 2030 [3]

Druh paliva	Spotřeba za rok [tis. tun, mil. m ³ (CNG)]			
	2014	2020	2025	2030
FAME	269,6	484,2	484,2	476,3
Ethanol	179,7	290,3	382,5	368,2
LPG	95,0	100,0	90,0	80,0
CNG	250,0	800,0	1200,0	1800,0

Hodnocená alternativní paliva

Studie hodnotí dopady komerčně dostupných alternativních paliv. Mezi tato paliva patří na tuzemském trhu:

- bionafta (MEŘO, B100),
- směsná motorová nafta (SMN30),
- ethanol (E85),
- zkvapalněný ropný plyn (LPG),
- stlačený zemní plyn (CNG).

MEŘO, označovaný také jako bionafta, má některé vlastnosti podobné motorové naftě. Má dobrou vznětlivost, cetanové číslo je přibližně stejné jako v případě nafty. Také má dobré mazací schopnosti. Výhřevnost MEŘO je přibližně o 9 % nižší než výhřevnost motorové nafty [2], při použití dochází k mírnému nárůstu spotřeby přibližně o 8 %. Při delším skladování bionafty dochází k tvorbě vazkých směsí, které mohou způsobit ucpání palivového filtru. Pokud bude vozidlo delší dobu odstaveno z provozu, může dojít k zalepení součástek palivového systému, s následnou nákladnou opravou. Je také nutná častější výměna motorového oleje. Čistá bionafta působí agresivně na pryžové součásti palivového systému a motoru. Pozitivní vlastností je čištění palivového systému i spalovacího prostoru, což se může ale negativně projevit ucpáním palivového nebo olejového filtru.

Směsná motorová nafta je vysokoprocentní směs nafty a MEŘO. SMN má výhřevnost podobnou, respektive o přibližně 1,5 – 5 % nižší než u klasické nafty. Například u směsné nafty s obchodním názvem SetaDiesel je udávána výhřevnost 40,5 MJ·l⁻¹ oproti naftě, která má udávanou výhřevnost 42,5 MJ·l⁻¹. Oproti naftě dochází k navýšení spotřeby přibližně do 3 %.

Ve srovnání s klasickými kapalnými palivy má etanol nižší výhřevnost, takže při provozu na etanol vzrůstá měrná spotřeba paliva. Tomu musí být uzpůsobeno dávkování paliva. Přidáním etanolu do benzínu se zvýší oktanové číslo, což se projeví menší náchylností

k detonačnímu hoření. Pro použití ve vznětových motorech má nízké cetanové číslo, proto aby se dosáhlo schopnosti vznícení jako u motorové nafty, musí být do etanolu přidány speciální přísady na bázi nitrátů a éterů. Na rozdíl od motorové nafty má etanol malou mazací schopnost. Etanol má vysoké výparné teplo a vyšší bod vzplanutí. Tyto faktory se podílejí na ztíženém spouštění motoru při nízkých teplotách. Z tohoto důvodu bývají vozidla vybavena zařízením pro předehřev motoru. Vyšší výparné teplo způsobuje ochlazení přiváděné palivové směsi, tím se dosáhne vyššího plnění válců směsí a mírného zvýšení výkonu motoru. Problémy může působit přítomnost vody v palivu, která způsobuje rozklad palivové směsi. Etanol je poměrně agresivní kapalina, která může způsobit korozi součástí palivového systému a způsobit degradaci některých pryžových a plastových součástí.

LPG má proti automobilovým benzínům a motorové naftě má nižší výhřevnost přibližně o 5 – 10 MJ·l⁻¹ podle druhu srovnávaného paliva. Důsledkem toho je zvýšení spotřeby v rozmezí od 1,5 do 20 % oproti benzínu, v závislosti na konstrukci motoru a technickém provedení zařízení na přípravu palivové směsi. Hustota par LPG za normálních podmínek a při složení 40 % propanu a 60 % butanu je 2,34 kg·m⁻³. Suchý vzduch má za stejných podmínek hustotu 1,29 kg·m⁻³. Páry LPG jsou tedy je s měrnou hmotností těžší než vzduch a v případě úniku zůstávají koncentrovány pod vozidlem. Oktanové číslo LPG se běžně pohybuje kolem 100 – 110 jednotek. Vyšší oktanové číslo má vliv na odolnost vůči detonačnímu hoření, resp. klepání motoru.

CNG je směs plynných uhlovodíků a nehořlavých složek, zejména dusíku a oxidu uhličitého. Zemní plyn je palivo, které lze bez nákladných úprav a energetických přeměn, se kterými jsou spojené určité ztráty, využívat pro pohon dopravních prostředků. Z pohledu bezpečnosti má zemní plyn ve srovnání s běžně dostupnými palivy nejvyšší teplotu vznícení a tedy nejnižší náchylnost k samovznícení. Z hlediska výbušnosti je u zemního plynu potřeba výrazně vyšší koncentrace ve směsi se vzduchem než je tomu u ostatních paliv, a to téměř devětkrát vyšší než u naftových výparů, více než sedmkrát vyšší než u benzínových par a přibližně třikrát vyšší než u LPG. Zemní plyn je, na rozdíl od par kapalných paliv a LPG, lehčí než vzduch a je proto v případě úniku v uzavřených prostorách snadněji odvětratelný. Motory spalující zemní plyn jsou charakteristické nižšími hlukovými emisemi, především ve srovnání se vznětovými motory autobusů a nákladních automobilů.

2. Vliv motorových paliv na složky životního prostředí

2.1 Vliv na znečištění vod

Ke znečištění vod vlivem motorových paliv může docházet náhodně, v důsledku havárií dopravních prostředků, při nichž může nastat významný únik PHM, nebo dlouhodobě v důsledku úkapů PHM nebo působením výfukových plynů. Ukazatele maximálně přípustného stupně znečištění podzemních a povrchových vod jsou hodnoceny Nařízením vlády č. 61/2003 Sb. a Metodickým pokynem MŽP ČR, příloha Zpravodaje MŽP č. 8, r. 6 z roku 1996.

Povrchové vody

Znečištění povrchových vod je způsobováno především splachy srážkových vod z povrchu komunikací. Míra znečištění závisí kromě intenzity dopravy především na množství srážek, které dopadnou na povrch silnice. Koncentrace škodlivin jsou nejvyšší v prvním splachu po srážkách a s časem se rychle snižují. Znečištění se nejvíce projevuje v místech kde splachová voda není ještě dostatečně zředěna, tedy za odtokem, kde lze nalézt celou řadu škodlivin, včetně kovových prvků a suspendovaných pevných látek vznikajících obrousováním povrchu vozovek a pneumatik a pocházejících z výfukových plynů. Nezanedbatelným zdrojem škodlivin jsou úniky pohonných hmot, při nichž se do prostředí uvolňují skupiny škodlivin jako jsou PAH, NEL a kovy [5]. Další významné riziko možné kontaminace představují čerpací stanice, v jejichž blízkosti a na přilehlých parkovištích byly stanoveny nejvyšší koncentrace PAH [6]. Silniční komunikace jsou podle řady studií rovněž hlavním zdrojem chloridů, které neodtékají vodním tokem, ale převážně se vsakují do půdního a horninového prostředí, kde za vhodných podmínek může docházet k jejich akumulaci a následnému postupnému vymývání [7].

Podzemní vody

Kromě znečištění povrchových vod je podobným problémem, i když ne tak naléhavým, kontaminace podzemních vod škodlivinami z materiálů používaných na výstavbu vozovek. Nezanedbatelným zdrojem znečištění podzemních vod se vzhledem ke vzrůstající intenzitě provozu stávají havárie dopravních prostředků, při kterých dochází mimo jiné k úniku pohonných hmot, motorových olejů a provozních kapalin.

2.2 Půda

Obdobně jako znečištění vod, tak i ohrožení kvality půd v okolí komunikací nastává v podstatě třemi způsoby: dlouhodobým znečištěním způsobeným běžným silničním provozem, sezónním znečištěním zejména vlivem posypových materiálů užívaných k zimní údržbě komunikací a haváriemi vozidel, při nichž dochází k úniku látek škodlivých pro životní prostředí. Dlouhodobá kontaminace půd v okolí pozemních komunikací je spojena zejména

se splachem škodlivin z povrchu vozovek a rozstříkem splachových vod způsobeným projíždějícími automobily do okolí. Půda tak může být kontaminována PAH a jejich deriváty, zejména nitrovanými (nitro-PAH), NEL a také některými kovy [4]. K jejímu znečištění může dojít také při užívání zdrsňujících posypových materiálů při zimní údržbě pozemních komunikací a chemických rozmrazovacích materiálů. Problematika kontaminace půd je rovněž úzce spojena s vyluhováním škodlivin ze samotných těles komunikací, kdy vlivem vody vsakující do tělesa vozovky dochází k jejich vyluhování a následnému transportu do okolního prostředí. Znečištění půd je problematické zejména v intravilánu velkých měst s vysokou hustotou automobilové dopravy. K látkám, které si zasluhují pozornost, zejména v dnešní době, patří kovy ze skupiny platiny (PTK) jako jsou platina (Pt), paladium (Pd) a rhodium (Rh), řazené mezi toxické kovy a jejich zvyšující se koncentrace mohou představovat závažné riziko.

2.3 O vzduší

Znečištění ovzduší emisemi výfukových plynů představuje významné riziko pro zdraví člověka a všech živých organismů. Jedná se o směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích přispívající mimo jiné k dlouhodobému oteplování atmosféry nebo jde o látky s toxickými, mutagenními i karcinogenními vlastnostmi pro živé organismy. Nejvýznamnější škodliviny znečišťující ovzduší z dopravy je možné rozdělit na látky limitované, na které se vztahují emisní limity a látky nelimitované. Mezi limitované škodliviny jsou řazeny oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), ne-metanové plynné uhlovodíky (NMHC) a pevné částice (PM). Do skupiny nelimitovaných škodlivin řadíme tzv. skleníkové plyny, tj. oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄), oxid dusný (N₂O). Další škodliviny, nebezpečné pro zdraví člověka, vznikající zejména při nedokonalém spalování pohonných hmot jsou polyaromatické uhlovodíky (PAH), fenoly, ketony, dehet, 1,3-butadien a benzen, toluen, xyleny (BTX). Při spalování pohonných hmot mohou vznikat rovněž polychlorované dibenzodioxiny/furany (PCDD/F) a polychlorované bifenyly (PCB) v případě přítomnosti chlóru ve spalovacím systému.

Uvolňování škodlivin, zejména PM, je však spojeno i s dalšími procesy jako obušování různých namáhaných součástí (brzdové a spojkové obložení). Významnou zátěž ovzduší pak představuje resuspenze PM deponovaných na vozovce a v jejím blízkém okolí, iniciovaná projíždějícími vozidly či vířením proudícím větrem.

PM zahrnují částice pevného a kapalného materiálu o velikosti od 1nm až po 100 μm, setrvávající po určitou dobu v ovzduší. Z fyzikálních vlastností je pro emitované částice rozhodující zejména zastoupení jednotlivých velikostních frakcí částic, které zahrnují velmi jemné, jemné i hrubé frakce. Z celkového množství suspendovaných pevných částic v ovzduší tvoří 60 – 65 % částice frakce PM₁₀, tedy částice menší než 10μm. Frakce PM₁₀ je tvořena ze 72 % částicemi s rozměry pod 2,5 μm (frakce PM_{2.5}) a menší částice ve frakci PM_{1.0} (menší než 1μm) tvoří 52 % [8].

S velikostí částic a jejich složením souvisí i možné účinky částic na lidské zdraví a možná zdravotní rizika. Nebezpečnost PM nespočívá jen v jejich mechanických vlastnostech, ale především v obsahu rizikových organických látek (především PAH) nebo celé řady anorganických škodlivin. Nebezpečnost resuspendovaných částic spočívá zejména v sorpci dalších škodlivin na jejich povrch v případě delšího setrvání na vozovce nebo v jejím okolí.

2.4 Živočichové a lidé

Zatímco biologické účinky a zdravotní rizika plyných škodlivin (např. NO_x , CO , SO_2) jsou na základě jejich nebezpečnosti a vcelku snadného zjištění expozičních koncentrací dobře definovatelné, aplikace tohoto přístupu není pro PM nejvhodnější, jelikož stejná koncentrace částic na dvou různých lokalitách nemusí představovat stejné riziko vzhledem k často velmi odlišnému chemickému složení škodlivin na ně vázaných. Vedle koncentrace celkových suspendovaných částic a PM_{10} , roste zájem o znalost zastoupení jednotlivých velikostních frakcí, zejména $\text{PM}_{2.5}$, $\text{PM}_{1.0}$ a stanovení jejich složení. Nové poznatky ukazují, že i nižší koncentrace než stanovené limity mohou vyvolávat poškození zdraví člověka, a to zejména při dlouhodobé expozici. Řada odborných prací ve svých závěrech prokazuje spojitost mezi znečištěním ovzduší PM a výskytem respiračních onemocnění a astmatu, které mohou vést, podle studie WHO [9], až k případům úmrtí zejména dětí mladších 5 let.. Důsledkem zvýšených koncentrací PM v ovzduší je také nárůst počtu úmrtí následkem chronické bronchitidy [10], nebo dokonce i možné riziko vzniku rakoviny, zejména respiračních orgánů [11]. Studie [12] uvádí, že zvýšení obsahů pevných částic o $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prokazatelně způsobilo 12% nárůst srdečních onemocnění a současně 18% nárůst ischemických onemocnění, která mohou vést až k infarktu. Podle dalších zdrojů byl rovněž pozorován 40% nárůst rakoviny plic při dlouhodobé expozici vysokým koncentracím výfukových plynů vznětových motorů [13].

Mezi další škodliviny, negativně ovlivňující zdraví člověka a mající i původ v dopravě, patří PAH, které jsou skupinou organických látek vznikajících během nedokonalého spalování fosilních paliv. Zplodiny vznětových motorů obsahují sice nižší koncentrace některých plyných emisí (NO_2 , SO_2), ale naopak produkují vyšší koncentrace PM na kterých je vázána celá řada škodlivin, z nichž nejzávažnějším patří i PAH. Ty jsou absorbovány v plicích a trávicím ústrojí a metabolizovány cestou polyfunkčního systému oxidáz. Mnohé z nich jsou mutagenní a karcinogenní.

Velmi významnou skupinou látek spojenou s emisemi z dopravy jsou nitrované polyaromatické uhlovodíky (nPAH). Vznik těchto látek je však převážně spojován se spalováním nafty ve vznětových motorech a s chemickými reakcemi mezi PAH vázanými na částicích (fluorantenu, pyrenu a benzo[a]pyrenu) či v ovzduší (naftalen, fenantren) a NO_x , kdy obě skupiny reaktantů jsou emitovány dopravou.

Olefiny, produkované alkylačním procesem při spalování, jsou nepochybně hlavní třídou látek v palivu, která vede ke vzniku 1,3-butadienu ve spalínách. Ten je klasifikován jako karcinogen podezřelý z vyvolávání leukémie a je zvláště významná pro fotochemické reakce v atmosféře, které přispívají ke vzniku fotochemického smogu. Ostatní VOC (etylbenzen, toluen, o-, m-, p-xylen) byly také nalezeny v emisích v závislosti na počátečním obsahu arenů v palivu.

Tab. 2.1 Vlastnosti škodlivin ovzduší z dopravy [14]

Škodlivina	Zdravotní rizika
Oxid uhličitý (CO ₂)	Koncentrace 3 - 5 % v ovzduší je životu nebezpečná po půlhodinovém pobytu, 8 – 10 % způsobuje rychlou ztrátu vědomí a smrt.
Oxid uhelnatý (CO)	Toxikologický význam je prvořadý. Blokuje uvolňování kyslíků z krevetvorbu karboxyhemoglobinu (COHb) a tím způsobuje poruchy srdce, mozku, zrakové a sluchové potíže, žaludeční nevolnost, bolesti břicha. Při těžké otravě dochází k bezvědomí, smrt udušením nastává při koncentraci nad 750 mg m ⁻³ .
Oxid siřičitý (SO ₂)	Toxický pro živočichy i rostliny. Plyn s dráždivými účinky, způsobující dýchací potíže, změny plicní kapacity a plicních funkcí. Může reagovat s nukleovými kyselinami.
Oxidy dusíku (NO _x)	Dráždivé účinky, mírné až těžké záněty průdušek či plic (bronchitida, bronchopneumonii až akutní plicní edém).
Oxid dusný (N ₂ O)	Nepůsobí výraznější útlumy dechu a srdeční činnosti, případně bezvědomí s rizikem udušení. Při dlouhodobém působení způsobuje nervové poškození a poruchy tvorby krvinek (pravděpodobně s přítomným deficitem vitamínu B12), zhoršení psychomotorické funkce, kognitivní funkce, poruchy paměti.
Ozón (O ₃)	Má dráždivý účinek na dýchací orgány a působí na centrální nervovou soustavu. Expozice O ₃ způsobuje buněčné a strukturální změny, přičemž celkový vliv spočívá ve snížené schopnosti plic vykonávat normální funkce.
Olovo (Pb)*	Toxický kov. Otrava (chronická) se projevuje nechutenstvím, malátností, bolestmi hlavy a kloubů, žaludečními a střevními potížemi, křečemi v břiše, poškozením jater, plic, kostní dřeně a periferního popř. centrálního nervstva, může způsobovat neplodnost a ovlivňovat plod. Olovo také způsobuje problémy s chováním, nižší IQ a snižuje schopnost se soustředit. Může způsobovat vznik nádorů.
Formaldehyd (CH ₂ O)	Dráždivé účinky sliznice (nos, oči), astma, kožní alergie, riziko leukémie.
1,3-butadien (C ₄ H ₆)	V nízkých koncentracích může způsobovat podráždění očí, nosu a krku. Akutní působení ve vysokých koncentracích může vyvolat poškození nervové soustavy, bolesti hlavy, snížení krevního tlaku až bezvědomí. Je to látka klasifikovaná jako karcinogen podezřelý z vyvolávání leukémie (skupina 2A IARC).
Pevné částice (PM)	Nebezpečnost PM nespočívá jen v jejich mechanických vlastnostech, ale i v obsahu řady rizikových organických a anorganických škodlivin, které se na ně vážou. Dlouhodobé vystavení jejich účinkům zkracuje očekávanou délku života vlivem onemocnění srdečními a plicními chorobami. Poslední studie ukazují i na možný vznik rakoviny plic. Nezanedbatelné jsou i změny v imunitním systému člověka, vyvolané také přítomností PM v ovzduší. V důsledku toho může docházet jak ke změnám ve smyslu navození imunodeficitu, tak i rozvoje autoimunity či alergické reakce.

** I když od roku 2001 již není Pb (tetrametylolovo) součástí pohonných hmot, jeho obsahu v ŽP, ve spojitosti s antropogenní činností, je stále patrný.*

3. Dopady alternativních paliv do složek životního prostředí

3.1 Bionafta

Typické složení

Metylestery mastných kyselin min. 96,5 %.

Normy EN 14103, 14105 – 14110 definují maximální podíl následujících částí:

- methylester kyseliny linolenové max. 12,0 %,
- methylestery s více nenasycenými vazbami (≥ 4 dvojně vazby) max. 1 %
- methanol max. 0,20 %
- monoglyceridy max. 0,80 %
- diglyceridy max. 0,20 %
- triglyceridy max 0,20 %
- volný glycerin 0,02 %
- celkový glycerin max. 0,25 %
- fosfor max. 10,0 mg·kg⁻¹
- kovy I. skupiny (Na+K) max. 5,0 mg·kg⁻¹
- kovy II. skupiny (Ca+Mg) max. 5,0 mg·kg⁻¹

Nebezpečí úniku

Bionafta ve vozidle využívá běžný palivový systém, tvořený plastovou nebo tenkostěnnou plechovou nádrží, palivovými hadicemi uchycenými sponami. U moderních vznětových motorů vybavených systémem vysokotlakého vstřikování paliva je palivo ve vysokotlaké větvi vedeno kovovými trubkami jištěnými šroubovanými spoji. Stav palivového systému je kontrolován pouze vizuálně ve stanicích technické kontroly po čtyřech letech od uvedení vozidla do provozu a následně každé dva roky v STK. Pokud vozidlo absolvuje pravidelné servisní prohlídky, měl by být palivový systém kontrolován minimálně jednou ročně. Čistá bionafta působí agresivně na pryžové součásti palivového systému a motoru. To má za následek zvýšené riziko úniku paliva, zejména u starších vozidel.

Půda

Bionafta je ve srovnání s klasickou motorovou naftou biologicky snadno odbouratelná. Její biologická odbouratelnost je přibližně 90 % během 21 dní [15].

Voda

Bionafta není ve vodě rozpustná [15]. Testy na Univerzitě v Idahu prokázaly, že ve vodním roztoku je po 28 dnech degradováno 95 % bionafty oproti pouhým 40 % motorové nafty. Jiné zdroje uvádějí, že rychlost rozkladu bionafty ve vodním prostředí je 4 – 5krát vyšší než v případě klasické motorové nafty [16]. Bionafta nezpůsobuje ve vodě mikrobiologické zatížení do koncentrace 10 mg l^{-1} [17]. Udávaná ekotoxicita LC_{50} (96h) u ryb je $18\,000 \text{ mg kg}^{-1}$ [15].

Živočichové a lidé

Bionafta působí dráždivě při zasažení očí a při kontaktu s pokožkou. Páry nebo jemně rozptýlený aerosol mohou dráždit dýchací orgány a způsobit závratě a nevolnost.

Udávané toxikologické údaje jsou [15]:

- LD_{50} orálně, potkan: více než 2000 mg kg^{-1} tělesné váhy,
- LD_{50} kůže, potkan nebo králík: více než $2\,000 \text{ mg kg}^{-1}$ tělesné váhy.

Ovzduší

Změna emisních charakteristik při použití bionafty vzhledem k motorové naftě je uvedena v tabulce 3.1.

Tab. 3.1 Emise z MEŘO ve srovnání s motorovou naftou

	Limitované				Nelimitované				
	CO	NMHC	NO _x	PM	NO ₂	SO ₂	C ₆ H ₆	PAH	1,3-butadien
MEŘO	↓	↓	↗	↓	-	↓	↓	↓	↓

Legenda: ↓ nižší, ↗ mírně vyšší

Při měření emisí byl zjištěn významný pokles všech limitovaných látek s výjimkou oxidů dusíku. Prakticky nulový obsah síry v bionaftě navíc znamená téměř nulový obsah oxidu siřičitého ve výfukových plynech.

3.2 Směsná motorová nafta

Typické složení

SMN je složitou směsí uhlovodíků s obsahem polycyklických aromatických uhlovodíků do 11 % m/m (plynový olej) s min. 30% m/m methylesteru mastných kyselin (nejčastěji řepkového oleje). Pro zlepšení užitečných vlastností může obsahovat vhodná aditiva – přísady na úpravu nízkoteplotních vlastností (depresanty), vodivostní přísady, mazivostní přísady, inhibitory koroze, detergenty aj. v koncentracích řádově do 0,1 % (m/m) [18].

Nebezpečí úniku

SMN ve vozidle podobně jako bionafta využívá běžný palivový systém, tvořený plastovou nebo tenkostěnnou plechovou nádrží a palivovými hadicemi uchycenými sponami. U moderních vznětových motorů vybavených systémem vysokotlakého vstřikování paliva je palivo ve vysokotlaké větvi vedeno kovovými trubkami jištěnými šroubovanými spoji. Stav palivového systému je kontrolován pouze vizuálně ve stanicích technické kontroly po čtyřech letech od uvedení vozidla do provozu a následně každé dva roky v STK. Pokud vozidlo absolvuje pravidelné servisní prohlídky, měl by být palivový systém kontrolován minimálně jednou ročně. Čistá bionafta působí agresivně na pryžové součásti palivového systému a motoru. To má za následek zvýšené riziko úniku paliva, zejména u starších vozidel.

Půda

SMN působí v důsledku vysokého obsahu plynového oleje ve směsi škodlivě na půdu. Kvůli obtížné odbouratelnosti SMN je třeba zabránit kontaminaci půdy při jejím úniku. Udávaná biologická rozložitelnost podle CEC je větší než 60 % (obvykle 60 – 90%) [18].

Voda

Obdobně jako u půdy působí SMN škodlivě i na vodu. Je proto třeba zabránit průniku SMN do spodních a povrchových vod. Rozpustnost ve vodě je nepatrná. Vzhledem k nepatrné rozpustnosti ve vodě se nepředpokládá perzistence v organizmech. Na základě log K o/w je možné očekávat velmi nízký bioakumulační potenciál i po delší expozici [18].

Živočichové a lidé

SMN je zdraví škodlivá a při častém kontaktu podezřelá z možných karcinogenních účinků. SMN místně odmašťuje a dráždí pokožku. Její páry mohou působit narkoticky, způsobovat bolesti hlavy, žaludeční nevolnost, dráždění očí a dýchacích cest [18].

Pro plynový olej, jako základní složku SMN, se uvádí následující hodnoty akutní toxicity [18]:

- LD₅₀ orálně, potkan: 7500 mg·kg⁻¹ tělesné váhy,
- LD dermálně, potkan: více než 5 ml·kg⁻¹ tělesné váhy.

Pro FAME jako významnou složku SMN, se uvádí následující hodnoty akutní toxicity:

- LD₅₀ orálně, potkan: více než 2000 mg·kg⁻¹ tělesné váhy,
- LD₅₀ dermálně, potkan nebo králík: více než 2000 mg·kg⁻¹ tělesné váhy.

Působení par plynového oleje na kůži závisí na době trvání a intenzitě expozice. Při dlouhotrvajícím a intenzivním kožním kontaktu dochází k odmaštění, vysušení a silnému podráždění pokožky (dermatitis – zánět kůže). Chronické působení par může vyvolat polyneuritidy (povšechné záněty nervů) a svalové atrofie [18].

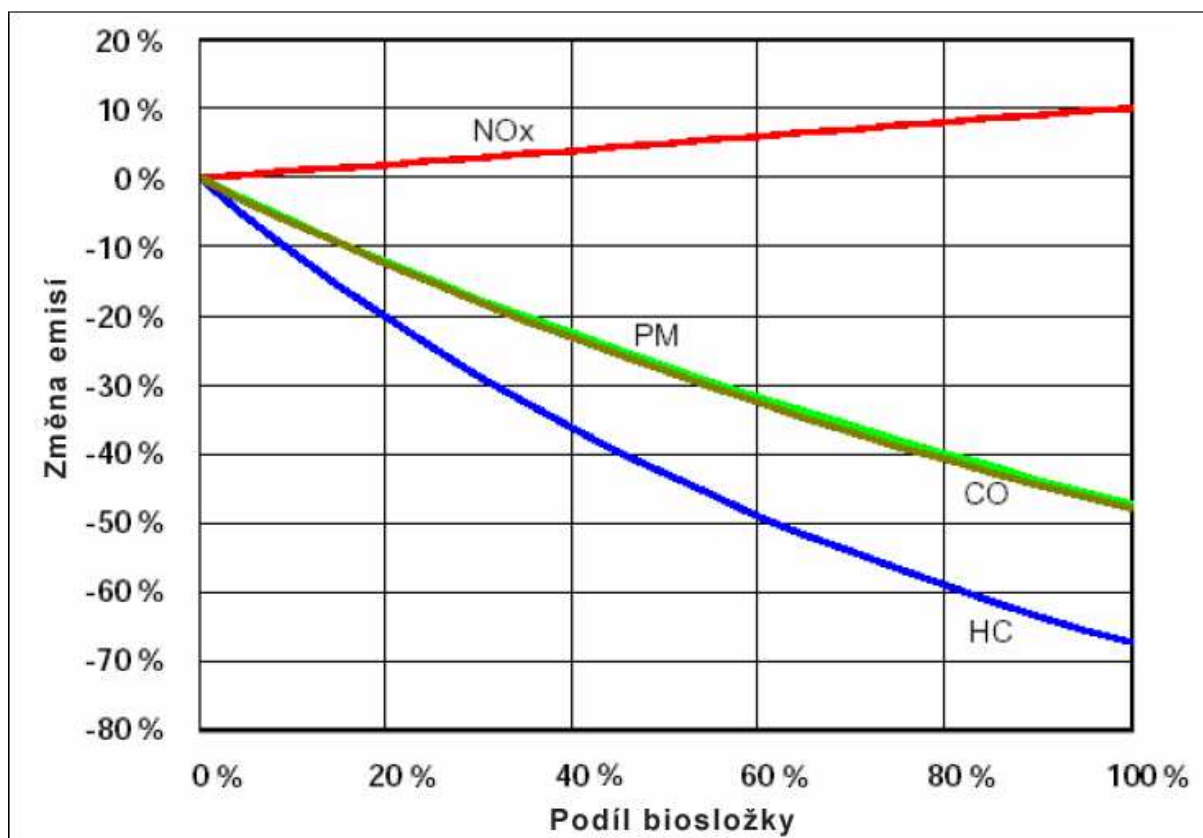
Pro plynový olej, jako základní složku SMN, se uvádí následující hodnoty subchronické, resp. chronické toxicity [18]:

- TCL_0 inhalačně, potkan: $400 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 16 \text{ h}^{-1}\cdot 2,5 \text{ roku}^{-1}$, biochemické změny,
- TCL_0 inhalačně, potkan: $2 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 6 \text{ h}^{-1}\cdot 3 \text{ týdný}^{-1}$, změny na plicích hrudníku a krevního obrazu,
- TDL_0 inhalačně, potkan: $80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 12 \text{ dní}^{-1}$, změny na játrech, ledvinách, močovodu a měchýři,
- Dráždivost, oko králíka: $500 \mu\text{l}\cdot 24 \text{ h}^{-1}$, těžké podráždění.

SMN se řadí do karcinogenní kategorie 3. Podle dosud získaných údajů s produkty obdobného složení je možno usuzovat na mírný rakovinotvorný potenciál pro zvířecí kůži. Neexistují však žádné důkazy, že toto působení za předpokladu dodržování manipulačních zásad platí i pro člověka [18].

Ovzduší

Graf na obr. 3.1 ukazuje průměrný vliv podílu bionafty ve směsné naftě na emise těžkých nákladních vozidel. Jak je z grafu patrné, s rostoucím podílem bionafty klesají emise limitovaných škodlivin s výjimkou emisí NO_x .



Obr. 3.1 Vliv podílu biosložky na emise směsné nafty

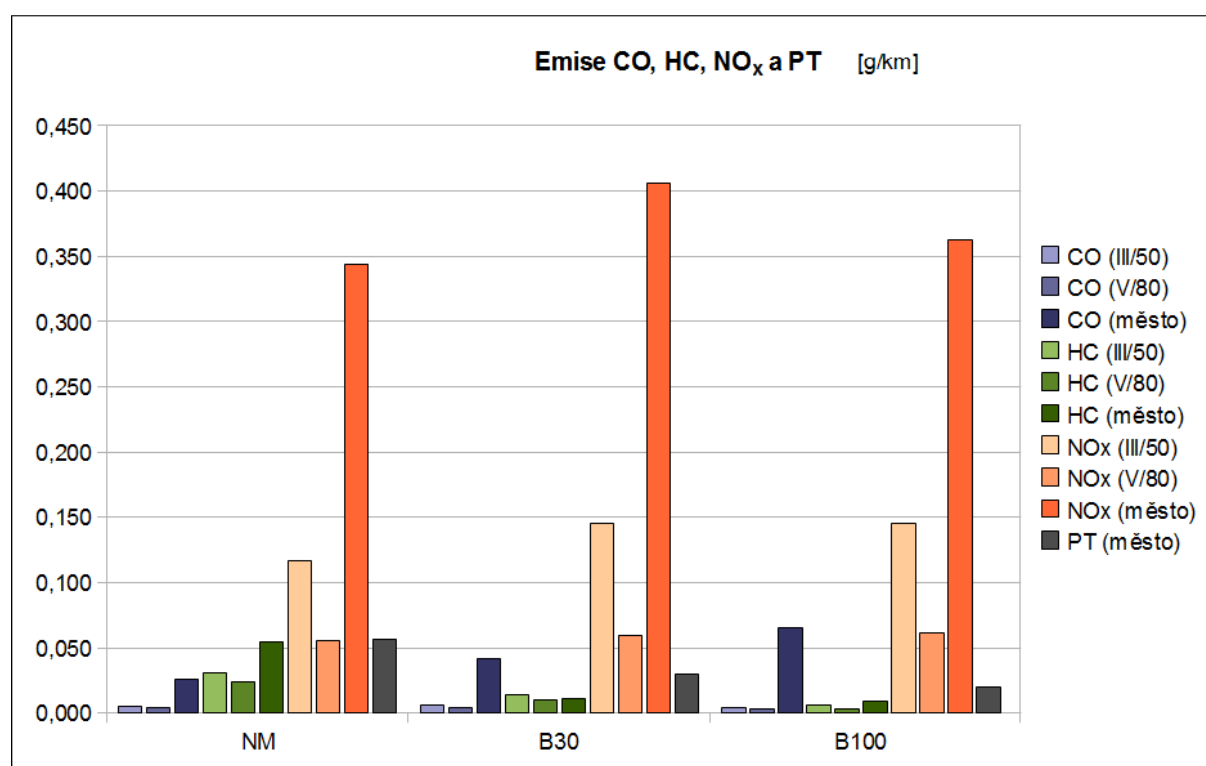
Změna emisních charakteristik při použití bionafty vzhledem k motorové naftě je uvedena v tabulce 3.2.

Tab. 3.2 Emise ze spalování SMN ve srovnání s motorovou naftou

	Limitované				Nelimitované				
	CO	NMHC	NO _x	PM	NO ₂	SO ₂	C ₆ H ₆	PAH	1,3-butadien
SMN	↓	↓	↗	↓	-	↓	↓	↓	↓

Legenda: ↓ nižší, ↗ mírně vyšší

Uvedené trendy potvrdila i měření provedená Centrem dopravního výzkumu. Legislativně sledované přímé emise škodlivin do ovzduší (CO, NO_x, NMHC, PM) komerčně dostupných biopaliv pro vznětové motory byly měřeny při třech jízdních režimech. Měření probíhala při jízdě ustálenou rychlostí 50 km·h⁻¹ na 3. převodový stupeň, při jízdě ustálenou rychlostí 80 km·h⁻¹ na 5. převodový stupeň a v městském provozu podle NEDC cyklu. Pro čistý metylester řepkového oleje a směsnou motorovou naftu bylo použito vozidlo Škoda Octavia se vznětovým motorem 1.9 TDI. Výsledky měření ukazuje grafy na obrázku 3.2. Pro srovnání jsou zobrazeny hodnoty emisí při použití motorové nafty.



Obr. 3.2 Emisní faktory pro NM, SMN (B30) a bionaftu (B100) [19].

3.3 Ethanol E85

Typické složení

Motorové palivo E85 se skládá z etanolu, který tvoří 85 % směsi a automobilového benzínu, který může obsahovat methyl tert-butyl ether nebo ethylbutylether.

Nebezpečí úniku

Vícepalivová vozidla, označovaná jako flexifuel vozidla, používají jeden palivový systém. Systém je tvořený plastovou nebo tenkostěnnou plechovou nádrží a palivovými hadicemi uchycenými sponami. Stav palivového systému je kontrolován pouze vizuálně ve stanicích technické kontroly po čtyřech letech od uvedení vozidla do provozu a následně každé dva roky v STK. Pokud vozidlo absolvuje pravidelné servisní prohlídky, měl by být palivový systém kontrolován minimálně jednou ročně. Etanol je poměrně agresivní kapalina, která může způsobit korozi součástí palivového systému a způsobit degradaci některých pryžových a plastových součástí. To může vést ke zvýšení rizika úniku paliva, zejména u starších vozidel.

Půda

Palivo je velmi dobře biologicky odbouratelné.

Voda

E85 je částečně rozpustný ve vodě. Jsou udávány následující údaje o akutní toxicitě pro etylalkohol [20]:

- LC_{50} , 96 hod., ryby: $11\,000\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$,
- EC_{50} , 48 hod, dafnie: $9\,268 - 14\,221\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$,
- IC_{50} , 72 hod., řasy: $5\,000\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot 7\text{ d}^{-1}$.

Živočichové a lidé

Palivo působí slabě dráždivě na sliznice, oči a kůži. Páry působí narkoticky, účinek závisí na koncentraci a délce expozice. V případě vstřebání většího množství může dojít až k respirační paralýze. Způsobuje poruchy centrální nervové soustavy. Dojde-li k požití může způsobit únavu, ospalost, opilost, bezvědomí a otravu s následkem smrti. Při delším působení může dojít k poškození vnitřních orgánů. [20]

Jsou udávány následující údaje o akutní toxicitě [20]:

- LD_{50} , orálně, potkan, ethylalkohol: $7060\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LD_{50} , orálně, potkan, benzín: $92000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LD_{50} , orálně, potkan, terc-butylmethyleter: více než $4000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LD_{50} , dermálně, potkan nebo králík, ethylalkohol: $20000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LD_{50} , dermálně, potkan nebo králík, benzín: více než $2000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LC_{50} , inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice, ethylalkohol: $124,7\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot 4\text{h}^{-1}$,
- LD_{50} , intravenózně, potkan, terc-butylmethylether: $148\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,
- LC_{50} , inhalačně, potkan, terc-butylmethylether: $23576\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 4\text{h}^{-1}$,
- LC_{50} , inhalačně, potkan, ethylalkohol: $31623\text{ ppm}\cdot 4\text{h}^{-1}$.

Při vdechování ethanolu E85 po opakovaných dávkách dochází k podráždění sliznic. E85 může dráždit dýchací cesty, vyvolat bolesti hlavy, nevolnost a může ovlivnit centrální nervový

system a způsobit ztrátu vědomí. Vysoké koncentrace mohou způsobit ospalost. Při požití E85 dráždí sliznice, může dráždit zažívací ústrojí, rychle se vstřebává žaludeční sliznicí do krve. Může způsobit ospalost nebo závratě, rozdvojené vidění a jiné typické příznaky opilosti. Koncentrace nad 3‰ v krvi jsou nebezpečné. Při styku s kůží dochází k jejímu podráždění. Může způsobit vysušení kůže a dermatitidu. Palivo odmašťuje a narušuje kůži a tím usnadňuje vznik infekce. Může se vstřebat kůží. Palivo dráždí oči, způsobuje jejich bolest a může způsobit i jejich poškození.

Je udávána chronická toxicita TCL_0 (inhalačně potkan) $100 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 4\text{h}^{-1} \cdot 17 \text{ týdnů}^{-1}$, kdy dochází ke změnám v krvi a k biochemickým změnám.

Benzín jako významná složka paliva je klasifikována jako karcinogenní v kategorii 2. Palivo E85 není klasifikováno jako mutagenní pro člověka. Toxicita pro reprodukci není známa. Složky paliva nemají teratogenní účinek.

Ovzduší

Změna emisních charakteristik při použití paliva E85 vzhledem k automobilovému benzínu je uvedena v tabulce 3.3.

Tab. 3.3 Emise ze spalování E85 ve srovnání s automobilovým benzínem

	Limitované				Nelimitované				
	CO	NMHC	NO _x	PM	NO ₂	SO ₂	C ₆ H ₆	PAH	1,3-butadien
E85	↓	↓	↘	↓	-	↓	↓	↓	↓

Legenda: ↓ nižší, ↘ mírně nižší

Benefitem paliva E85 jsou nižší emise limitovaných škodlivin i emise oxidu uhličitého ze spalování paliva. Nižší jsou také emise karcinogenních polyaromatických uhlovodíků. 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 [21].

Lze se setkat s experimentováním motoristů s použitím E85 v neupravených motorech, což z hlediska životnosti motoru a především emisí nelze rozhodně doporučit. Vliv různých poměrů etanolu a benzínu na limitované emise oxidu uhelnatého (CO), nespálených uhlovodíků (HC) a oxidů dusíku (NO_x) a na emise oxidu uhličitého (CO₂) u neupraveného motoru je ukázán v tabulce 3.4. Měření provedlo Centrum dopravního výzkumu na vozidle Škoda Fabia. Uvedené ukázkové hodnoty jsou charakteristické pro městský cyklus emisního testu NEDC.

Tab. 3.4 Vliv podílu etanolu v benzínu na emise limitovaných škodlivin

	CO [g km ⁻¹]	HC [g km ⁻¹]	NO _x [g km ⁻¹]	CO ₂ [g km ⁻¹]
BA	0,084	0,037	0,02	255
E10	0,095	0,026	0,027	264
E20	0,114	0,028	0,108	257
E50	0,062	0,062	0,133	264

3.4 LPG

Typické složení

LPG se na trh dodává jako letní směs a zimní směs. Hlavní rozdíl je v poměru propanu a butanu ve směsi. Typické složení letní směsi, označované poměrem propan-butan (40/60) je [22]:

- propan více než 30 %,
- butan méně než 60 %,
- C2 a C5 uhlovodíky méně než 11 %.

Typické složení zimní směsi, označované poměrem propan-butan (60/40) je [22]:

- propan více než 55 %,
- butan méně než 40 %,
- C2 a C5 uhlovodíky méně než 7%.

Nebezpečí úniku

Upravená vozidla používají dvoupalivový systém pohonu, takže kromě nově zabudované nádrže na LPG zůstává zachována i původní benzínová nádrž. Palivový systém je vybaven bezpečnostními prvky. Tlaková ocelová nádrž je testována na tlak 67 bar, přičemž tlak při čerpání je jen 10 bar. Uchycení tlakové nádrže ve vozidle podléhá přísným bezpečnostním testům podle evropské legislativy. Bezpečnostní víceúčelový ventil omezuje plnění nádrže na 80 %. Součástí ventilu jsou tlaková a tepelná pojistka. Ventil je uložen v plynotěsné schránce napojené na odvětrávací potrubí, které zajišťují odvod případného úniku plynu mimo vozidlo. Palivový systém LPG vozidel podléhá pravidelným revizním kontrolám, jejichž dodržení je sledováno v rámci pravidelných kontrol na STK.

Půda

Vzhledem k charakteru paliva nedochází ke kontaminaci půdy. LPG v plynné fázi je těžší než vzduch a může pronikat do podzemních prostor, kanálů a šachet, kde ve větší koncentraci může představovat riziko z požárního hlediska.

Voda

LPG není toxický. Třída nebezpečnosti pro vodu WGK je nulová. Je udávána nepatrná rozpustnost ve vodě [22].

Živočichové a lidé

V kapalně fázi při dotyku způsobuje omrzliny. Jako plyn má v nižších koncentracích narkotický účinek. Po delší expozici mohou být pociťovány bolesti hlavy, malátnost a lehké omámení. Pobyť v koncentraci 1 000 ppm pro propan ($1\,800\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) se pokládá za bezpečnou. Při vdechování atmosféry s 1 % butanu je asi po 10 minutách pociťována značná ospalost. Koncentrace butanu nad 1,8 % mohou mít narkotický a dusivý účinek [22].

Pro LPG jsou udávány následující hodnoty akutní toxicity [22]:

- LC_{50} , inhalačně, potkan, butan: $658\,000\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 4\text{h}^{-1}$,
- LC_{50} , inhalačně, myš: $680\,000\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot 2\text{h}^{-1}$.

Ovzduší

Změna emisních charakteristik při použití LPG vzhledem k automobilovému benzínu je uvedena v tabulce 3.5.

Tab. 3.5 Emise ze spalování LPG ve srovnání s automobilovým benzínem

	Limitované				Nelimitované				
	CO	NMHC	NO _x	PM	NO ₂	SO ₂	C ₆ H ₆	PAH	1,3-butadien
LPG	↓	↓	↘0	0	↓	↓	↓	0	↓

Legenda: ↓ nižší, ↘ mírně nižší, 0 přibližně stejné

LPG neobsahuje téměř žádná aditiva a obsahuje velmi málo síry. Ve srovnání s vozidly poháněnými klasickými palivy dosahuje nízké hladiny emisí HC, NO_x, SO_x a PM [23]. Ve Slovinsku provedená měření poukazují na 30% pokles CO v městském cyklu a 10% pokles v mimoměstském cyklu, 30%, resp. 51% pokles HC a 41%, resp. 77% pokles NO_x ve srovnání s provozem na benzín. Emise CO₂ poklesly o 10 % v městském cyklu a 11 % v mimoměstském cyklu [24].

V případě sériových systémů (pro vozidla se systémy palubní diagnostiky EOBD a OBD II) a nejnovějších systémů se vstřikováním kapalně fáze LPG je jejich přínos nepopíratelný a motory mají při provozu na LPG lepší emisní bilanci než při spalování benzínu. Problémem mohou být přestavby starších vozidel. Záleží samozřejmě na stavu motoru a provedení přestavby vozidla. Jako příklad je zde uveden výsledek měření, provedeného Centrem dopravního výzkumu na vozidle Škoda Felicia, které mělo najeto 142 tis. km. Naměřené hodnoty emisí oxidu uhelnatého (CO) i emisí nespálených uhlovodíků a oxidů dusíku (HC a NO_x) překročily emisní limity Euro 2 téměř 2,5krát. V porovnání s emisemi naměřenými u stejného vozidla při provozu na benzín byly zjištěny emise CO téměř 8,5krát vyšší, emise HC přibližně 15,6krát vyšší a emise NO_x téměř 2,5krát vyšší.

3.5 CNG

Typické složení

Zemní plyn obsahuje jako hlavní složku methan (cca 98% objemu), vyšší uhlovodíky C2 – C8 (do 1 % objemu) oxid uhličitý a dusík (do 1 % objemu) [25].

Nebezpečí úniku

V případě úniku zemního plynu by došlo k úniku skleníkového plynu metanu. Aby takový stav nenastal je palivový systém vybaven bezpečnostními prvky. Vysoká bezpečnost palivového systému CNG vozidel je zajištěna především tlakovými lahvemi, bezpečnostními ventily a tlakovým rozvodným potrubím. Tlakové lahve na stlačený zemní plyn musí splňovat přísné požadavky na bezpečnost dané normou ECE R110. To je zaručeno četnými zkouškami v průběhu celého výrobního procesu, jako jsou různé vizuální kontroly, kontroly opracovaných ploch, kontroly vířivými proudy a magnetické kontroly na přítomnost povrchových vad, apod. Láhve při výrobě prochází po protlačení a před lakováním ultrazvukovou kontrolou na přítomnost vnitřních vad. V průběhu výrobního procesu prochází tlakovou kontrolou, kde jsou plněny na 300 bar, přičemž provozní tlak je 200 bar. Při certifikaci jsou láhve testovány také na tzv. destrukční tlak, který je 1,6 násobkem testovacího tlaku. Dále je zkoušena kvalita nátěru. Při zkoušce musí láhev vydržet 3 000 hodin v solné komoře bez známky koroze. Neméně významný je test odolnosti proti průstřelu. Láhev naplněná na provozní tlak 200 bar se nesmí po průstřelu roztrhnout a plyn musí uniknout vzniklým otvorem. Z hlediska požární bezpečnosti je nejdůležitější zkouška ohněm. Láhev naplněná na provozní tlak je opatřena bezpečnostním ventilem a vystavena žáru. Testuje se funkčnost bezpečnostního ventilu, přičemž láhev se nesmí účinkem požáru poškodit. Bezpečnostní ventil vypíná přívod paliva při vypnutí motoru. Pokud se během parkování objeví netěsnost v rozvodném systému, dojde pouze k úniku plynu obsaženého v potrubí. Ventil je navíc vybaven tlakovou a teplotní pojistkou, která v případě požáru, nebo zvýšení tlaku nad povolenou mez umožní postupné upouštění plynu z tlakové láhve. Tlakové rozvodné potrubí je bezešvé ocelové a napojení jsou zajištěny šroubovými spoji. Těsnost palivové soustavy a funkčnost jejích komponent se testuje při pravidelných servisních prohlídkách předepsaných výrobcem automobilu.

Půda

V případě úniku plynného paliva nedochází ke kontaminaci půdy.

Voda

Rozpustnost zemního plynu ve vodě se většinou udává jako nulová (nerozpustný ve vodě), v některých případech se lze setkat s hodnotou 3,5 ml/100 ml při 17 °C (vztaženo k metanu) [26]. Třída ohrožení vod WGK je nula.

Živočichové a lidé

Ve vysokých koncentracích může zemní plyn způsobit udušení. Nemá toxické ani otravné účinky. Dermální expozice zemním plynem nezpůsobuje poškození. Při kontaktu s očima není dráždivý. Při vdechování není pro zdraví nebezpečný. Nebezpečnost zemního plynu při vdechování spočívá ve snižování obsahu kyslíku ve vdechovaném vzduchu, kdy při koncentracích nad 10 % hrozí riziko zadušení. Zemní plyn není klasifikován jako karcinogenní.

Ovzduší

Změna emisních charakteristik při použití CNG vzhledem k automobilovému benzínu je uvedena v tabulce 3.6.

Tab. 3.6 Emise ze spalování CNG ve srovnání s automobilovým benzínem

	Limitované				Nelimitované				
	CO	NMHC	NO _x	PM	NO ₂	SO ₂	C ₆ H ₆	PAH	1,3-butadien
CNG	↓	↓	↓	0	↓	0	↓	0	↓

Legenda: ↓ nižší, 0 přibližně stejné

Vozidla používající ke svému pohonu CNG produkují výrazně méně limitovaných škodlivin oxidu uhelnatého (CO), nemetanových nespálených uhlovodíků (NMVOC), oxidů dusíku (NO_x) a pevných částic (PM), včetně na ně navázaných zdraví škodlivých polyaromatických uhlovodíků, aldehydů a aromátů. Oxidy síry (SO_x) nejsou ve spalínách obsaženy. Nižší jsou také emise oxidu uhličitého (CO₂) vztahované na jednotku množství paliva. Podle EPA (The U.S. Environmental Protection Agency) emise ze spalování CNG ve srovnání s emisemi ze spalování benzínu dosahují poklesu o 90-97 % v případě CO, o 25 % u CO₂, o 35-60 % u NO_x a o 50-75 % v případě NMHC [27].

Seznam zkratek

ACEA	Asociace evropských výrobců automobilů
BTX	benzen, toluen, xyleny
B30	Směsná motorová nafta s 30% podílem biosložky
B100	Čistá bionafta
CEC	Testovací metody Evropské koordinační rady
CNG	Stlačený zemní plyn
C6H6	Benzen
ECE	Evropská hospodářská komise, označení technických norem
EPA	(The U.S. Environmental Protection Agency)
E85	Motorové palivo s 85 % bioethanolu
FAME	Metylestery mastných kyselin
IARC	Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny
LPG	Zkapalněný ropný plyn
MEŘO	Metylester řepkového oleje
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NEDC	Nový evropský jízdní cyklus
NEL	Nepolární extrahovatelné látky
NMHC	Nemetanové uhlovodíky
nPAH	Nitrované polyaromatické uhlovodíky
PAH	Polyaromatické uhlovodíky
PAN	Poroxyacetyl nitrát
PCB	Polychlorované bifenyly
PCDD/F	Polychlorované dibenzodioxiny/furany
PHM	Pohonné hmoty
PM	Pevné částice
PTK	Platinové kovy
SMN	Směsná motorová nafta
SMN30	Směsná motorová nafta s 30% podílem biosložky
STK	Stanice technické kontroly
TDI	Označení vznětového motoru, koncern VW
VOC	Těkavé organické látky
WGK	Třídy ohrožení vod
WHO	Světová zdravotnická organizace

Literatura

- [1] JEDLIČKA, J., ADAMEC, V., DOSTÁL, I., DUFEK, J., EFFENBERGER, K., CHOLAVA, R., JANDOVÁ, V., ŠPIČKA, L. Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v České republice za rok 2009. Brno: CDV, 2010, 136 s.
- [2] MATĚJOVSKÝ, V. *Automobilová paliva*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 224 s. ISBN 80-247-0350-5.
- [3] PODRAZIL, M. a kol. *Vize silniční dopravy v roce 2030 : pracovní skupina Energie, životní prostředí a zdroje*. 1. vyd. Brno: Technologická platforma silniční doprava, 2010. 66 s.
- [4] ADAMEC, V., et al. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. 160 s. ISBN 80-247-2156-2.
- [5] SHINYA, M., TSUCHINAGA, T., KITANO, M. et al. Characterization of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban highway runoff. *Water Science and Technology*, 2000, Vol. 42, No. 7-8, p. 201 - 208. ISSN 0273-1223.
- [6] SMITH, J.A., SIEVERS, M., HUANG, S., YU, S.L. et al. Occurrence and phase distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban storm-water runoff. *Water Science and Technology*, 2000, Vol. 42, No. 3-4, p. 383 - 388. ISSN 0273-1223.
- [7] RUNGE, I., WRIGHT, R.M., URISH, D.W. Modeling sodium and chloride in surface streams during base flows. *Journal of Environmental Engineering*, 1989, Vol. 115, No. 3, p. 608 - 619. ISSN: 0733-9372.
- [8] HARRISON, R.M., TILLING, R., CALLÉN ROMERO, M.C. et al. A Study of Trace Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Roadside Environment. *Atmospheric Environment*, 2003, Vol. 37, No. 17, p. 2391-2402. ISSN 1352-2310.
- [9] MORAWSKA, L., ZHANG, J. Combustion sources of particles. 1. Health relevance and source signatures. *Chemosphere*, 2002, Vol. 49, No. 9, p. 1045 – 1058. ISSN 0045-6535.
- [10] VAŠIČKOVÁ, M., PROCHÁZKA, T. Drobný polétavý prach z ovzduší zabíjí. *Rovnost* [on-line]. [cit. 2011-09-14]. Dostupný z < <http://www.mojenoviny.cz/zdravi/prach050424.html> >
- [11] THE PEP *Transport-related Health Effects with a Particular Focus on Children*. Wien: BMLFUW, WHO and UNECE, 2004, 68 p.
- [12] *Frinstaub: Es geht um ihre Gesundheit*. 2005 [on-line]. [cit. 2011-09-18]. Dostupný z < <http://www.fid-gesundheitswissen.de/> >
- [13] DORA, C., PHILLIPS, M. (eds.) *Transport, environment and health* (WHO Regional Publication, European series, Nr. 89). Copenhagen (Denmark): WHO, 2000, 81 p.
- [14] ADAMEC, V., CHOLAVA, R., VLČKOVÁ, J. a kol. *Udržitelná doprava – šance pro budoucnost, část 5 Doprava a životní prostředí*. (Průběžná zpráva výzkumného záměru MD ČR č. 4499457501). Brno: Centrum dopravního výzkumu, 2005, 52 s.

- [15] *Bezpečnostní list*. Lovosice : Preol, 2009. 5 s. Dostupné z WWW: <www.preol.cz>.
- [16] *Summary results from NBB/USEPA Tier I health and environmental effects testing for biodiesel under the requirements for USEPA registration of fuels and fuel additives : Final report*. [s.l.] : [s.n.], 1998. 3 s. Dostupné z WWW: <<http://www.biodiesel.org>>.
- [17] *Wikipedie* [online]. 2011, poslední změna 24.11.2011 [cit. 2011-11-15]. Bionafta. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bionafta>>.
- [18] *Směsné motorové nafty obsahující FAME (MEŘO) : Bezpečnostní list podle Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1907/2006*. Praha : ČEPRO, 2008. 9 s.
- [19] ŠPIČKA, L., JEDLIČKA, J. Biopaliva z pohledu emisí vozidel a životního cyklu. In 9. *Medzinárodné sympóziium Motorové palivá 2010*. Tatranské Matliare, 14.-17. 6. 2010 [CD-ROM], Bratislava : Vedecko-technická spoločnosť pri SLOVNAFT, a.s., 2010. nestr., ISBN 978-80-969710-5-3.
- [20] *Ethanol E85 : Bezpečnostní list podle Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1907/2006*. Praha : ČEPRO, 2009. 11 s.
- [21] MÁČA, V. Potenciál biopaliv ke snižování zátěže životního prostředí ze silniční dopravy. In *Sborník z konference Doprava a technologie k udržitelnému rozvoji, Karlovy Vary 14.-16. 9. 2005*. Karlovy Vary : STUŽ, 2005. s. 91-99. ISBN 80-903-6340-7.
- [22] *Propan - butan : Bezpečnostní list dle 1907/2006 C. 3. rev. vyd.* Praha : Primagas, 2008. 4 s.
- [23] LIU, E., YUE, S. Y., LEE, J. *A Study On LPG As A Fuel For Vehicles*. Hong Kong : [s.n.], 1997. 30 s.
- [24] TASIC, T., POGOREVC, P., BRAILIGH, T. Gasoline and LPG exhaust emission comparison. *Advances in production engineering & management*. 2011, roč. 6, č. 2, s. 87-94. ISSN 1854-6250.
- [25] *Bezpečnostní list*. 4. rev. vyd. Praha : PP Distribuce, 2008. 6 s.
- [26] *Bezpečnostní list zpracovaný podle Nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH) : Zemní plyn neodorizovaný, v plynném stavu s tlakem nad 4 MPa*. Praha : RWE Transgas, 2008. 6 s.
- [27] *Clean alternative fuels : Compressed natural gas*. [s.l.] : EPA, 2002. 2 s. Dostupné z WWW: <<http://www.epa.gov>>.