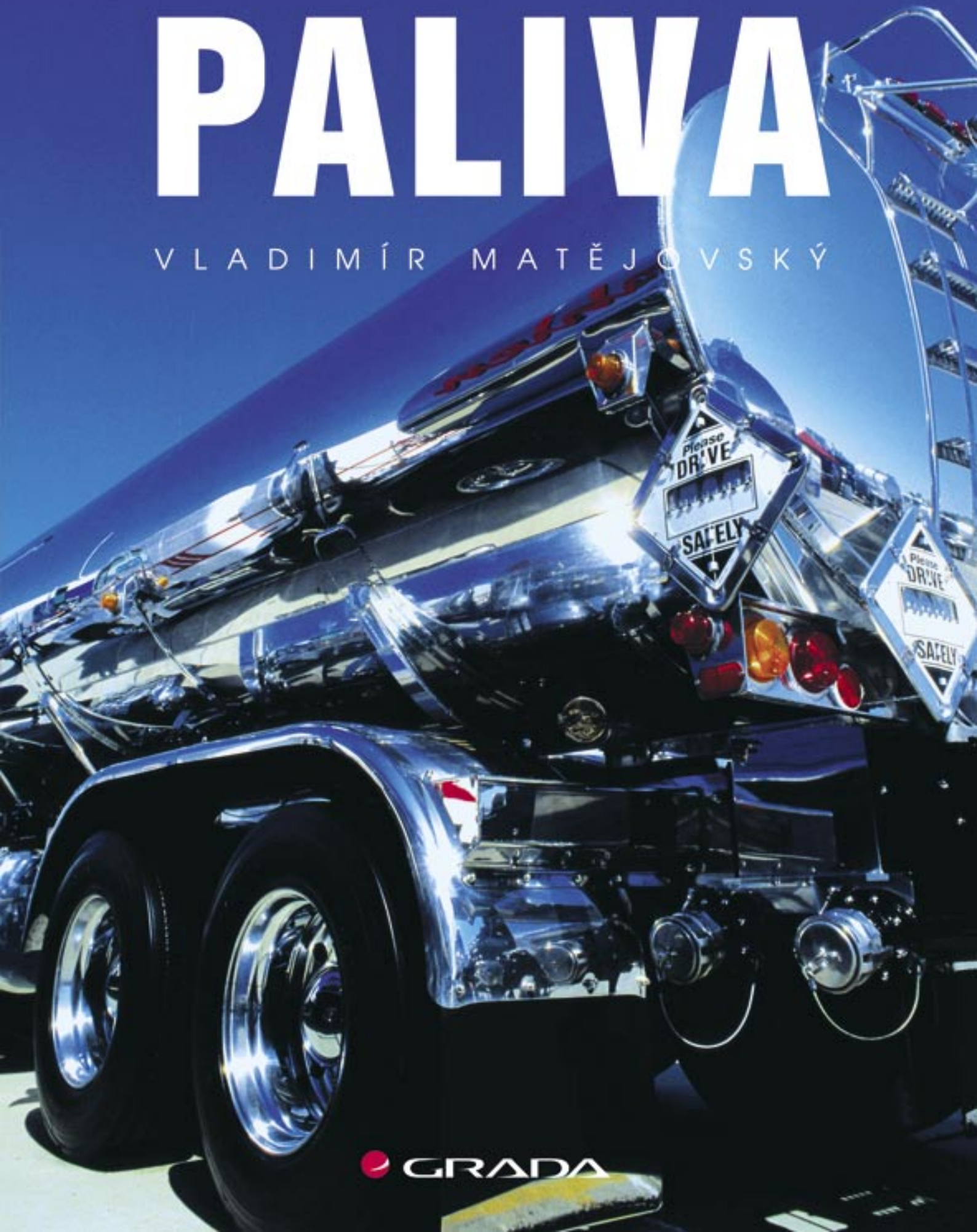
AUTOMOBILOVÁ PALIVA

VLADIMÍR MATĚJOVSKÝ



GRADA

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umisťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.

GRADA®

Copyright © Grada Publishing, a.s.

Vladimír Matějovský

Kaňkova 32, 108 00 Praha 10
tel. 274 815 452, mob. 603 459 196,
e-mail: michm@volny.cz, vladimir.matejovsky@tiscali.cz

Automobilová paliva

© Grada Publishing, spol. s r. o., 2004

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 80-247-0350-5 (tištěná verze)
ISBN 978-80-247-6240-1 (elektronická verze ve formátu PDF)
© Grada Publishing, a.s. 2011

Obsah

Úvod **9**

1 Paliva pro automobily a jejich spotřeba **10**
1.1 Druhy paliv 10
1.2 Historie vývoje motorů a paliv 12
1.3 Poslední etapa vývoje kvality a druhů paliv 14
1.4 Kvalita paliv v příštích letech 15
1.5 Schválená paliva pro provoz vozidel v ČR a jejich prodejní síť 17
1.6 Spotřeba kapalných paliv v České republice a v EU 18
1.7 Spotřeba kyslíkatých paliv a CNG 22

2 Složení paliv a vlastnosti složek **24**
2.1 Uhlovodíky v automobilových palivech 24
2.2 Vlastnosti uhlovodíků vyskytujících se v automobilových palivech 26
2.3 Vlastnosti kyslíkatých látek v automobilových palivech 34
2.4 Vliv chemického složení paliv na jejich biologickou rozložitelnost 38

3 Surovinové zdroje a výroba paliv **39**
3.1 Ropa a zemní plyn 39
3.2 Destilace ropy a hydrorafinační odsiřování frakcí 42
3.3 Výroba automobilového benzinu 44
3.4 Složky benzinu a jejich oktanová čísla 44
3.5 Základní procesní způsoby zvyšování oktanového čísla 46
3.6 Neuhlovodíkové vysokooktanové složky benzinu a přísady 50
3.7 Zvyšování oktanového čísla přísadami 50
3.8 Výroba benzinu Special v ČR 51
3.9 Výroba motorové nafty 51
3.10 Výroba LPG 53
3.11 Zpracování zemního plynu pro pohon motorů 53
3.12 Výroba metanolu 54
3.13 Výroba lihu 55
3.14 Výroba MTBE a ETBE 55
3.15 Výroba metylesterů kyselin řepkového oleje (MEŘO) 56
3.16 Výroba směsné motorové nafty v České republice 57
3.17 Výroba vodíku 57

4 Procesy spalování, hoření, plameny a energie paliv **59**
4.1 Fyzikálně chemické procesy probíhající při spalování 59
4.2 Oxidační reakce a hoření uhlovodíků 61
4.3 Průběh procesů spalování kapalných paliv v pístových motorech 69

4.4 Rychlost hoření benzinu 70
4.5 Připravené palivové směsi a výbušniny 70
4.6 Hoření připravené (homogenní) směsi v zážehovém motoru 71
4.7 Nekontrolované hoření a klepání zážehového motoru 72
4.8 Termíny pro projevy nekontrolovaného hoření 74
4.9 Kontinuální regulace oktanového požadavku motoru 76
4.10 Spalování s vnitřní tvorbou směsi ve vznětovém motoru 78
4.11 Hoření heterogenní směsi 78
4.12 Energie paliv a její využití 80
4.13 Specifická energie paliv 82

5 Vlastnosti a složení paliv ve vztahu k požadavkům životního prostředí 84
5.1 Bilance spalování uhlovodíkových paliv 84
5.2 Emise ze spalovacích motorů 85
5.3 Úniky těkavých složek benzinu do ovzduší 91
5.4 Výsledky výzkumu vlivu složení benzinu na emise v provozu vozidel 92
5.5 Výsledky výzkumu vlivu složení motorové nafty na emise 95
5.6 Emise při spalování plynů a neuhlovodíkových paliv 97

6 Požadavky palivových soustav a motorů na funkční vlastnosti paliv 99
6.1 Palivové soustavy motorů a jejich požadavky na vlastnosti paliva 99
6.2 Požadavky motorů na oktanové číslo benzinu a jejich vývoj 105
6.3 Aktuální metody hodnocení oktanových čísel 107
6.4 Silniční oktanová čísla a hodnocení oktanového požadavku motoru 109
6.5 Regulace oktanového požadavku motoru, provozní a vnější vlivy 112
6.6 Vysokooktanové benziny v posledních dekádách 113
6.7 Požadavky na oktanová čísla a značení benzinů v USA 114
6.8 Požadavky motorů na těkavost benzinu 115
6.9 Požadavky motorů na další vlastnosti benzinu 120
6.10 Požadavky na ochranu netvrzených sedel výfukových ventilů 120
6.11 Speciální požadavky na kvalitu benzinu 121
6.12 Požadavky motorů na cetanové číslo nafty 122
6.13 Aktuální metody hodnocení cetanového čísla a cetanový index 123
6.14 Požadavky motorů na frakční složení nafty 124
6.15 Požadavky palivových soustav na zimní vlastnosti nafty 125
6.16 Požadavky na další vlastnosti nafty 126
6.17 Požadavky palivových soustav na vlastnosti LPG 128
6.18 Požadavky motorů na vlastnosti CNG a LNG 129
6.19 Požadavky motorů na vlastnosti MEŘO a směsných naft 129
6.20 Požadavky motorů na metanolová a lihová paliva 133

7 Požadavky norem na kvalitu paliv 135
7.1 Automobilové benziny – požadavky ČSN EN 228:2004 136
7.2 Motorové nafty – požadavky ČSN EN 590 141

7.3 Metylestery mastných kyselin (FAME) – požadavky ČSN EN 14214 + AC 146
7.4 Směsná motorová nafta – požadavky ČSN 65 6508 147
7.5 LPG – požadavky ČSN EN 589 149
7.6 CNG – požadavky ČSN 38 6110 153
7.7 Kyslíkaté látky, požadavky ČSN EN 228 a EN 65 6511 (kvasný líh) 154
7.8 Zkoušky vlastností paliv a význam výsledků 155

8 Paliva pro palivové články 159

9 Paliva pro automobilový sport a exotická paliva 161

10 Přísady do paliv a jejich používání 166
10.1 Charakteristiky jednotlivých typů přísad do benzinu 169
10.2 Charakteristiky jednotlivých typů přísad do motorové nafty 174
10.3 Charakteristiky speciálních přísad 180

11 Jak ušetřit na palivu 182
11.1 Volba oktanového čísla benzinu a vliv na spotřebu 182
11.2 Energetické a cenové relace benzin/nafta/LPG/CNG 183
11.3 Provozní vlivy na spotřebu paliva 185

12 Kvalita nakupovaných paliv, reklamace 186
12.1 Co svědčí u čerpací stanice o péči o kvalitu? 186
12.2 Spolehlivost kvality paliv u čerpacích stanic 188
12.3 Co dělat, když je natankován nesprávný druh paliva? 189
12.4 Uplatnění reklamace kvality u čerpací stanice 190
12.5 Postup při odběru vzorku 191
12.6 Výběr laboratoře a objednání důkazních zkoušek 192
12.7 Odpovědnost za úroveň zimních vlastností nafty 192
12.8 Používání směsné motorové nafty (SMN 30) v ČR 193
12.9 Paliva obsahující MEŘO u čerpacích stanic v jiných zemích 194
12.10 Jak je to se správnou mírou? 194
12.11 Ztráty při manipulaci s palivy, norma ztrát 195

13 Značková paliva s nadstandardní kvalitou 197

14 Kvalita paliv a její monitorování 198
14.1 Monitorování podle EN 14274 198
14.2 Průběh zavádění monitorování do praxe v České republice 200
14.3 Hodnocení výsledků zkoušek paliv s použitím ČSN EN ISO 4259 202
14.4 Význam systematické kontroly kvality a nápravných opatření 203

14.5 Hodnocení závažnosti odchylek kvality paliv od norem 203
14.6 Výsledky monitorování kvality paliv v ČR 207

15 Struktura cen paliv a sazby spotřební daně 211

Závěr 213

Zkratky 214

Literatura 216

Rejstřík 218

Úvod

Obsahem knihy jsou zejména informace o vlastnostech, kvalitě a aplikaci automobilových paliv, o vlivech jejich používání na životní prostředí, ale nechybí ani různá doporučení a praktické rady, související právní předpisy a evropské Direktivy, ani kapitoly o nákupu, prodeji, o struktuře cen a o daních. Automobilových paliv se jen v České republice prodá asi 6 miliard litrů, za přibližně 150 miliard Kč ročně (asi 5 miliard EUR). V Evropské unii asi 400 miliard litrů, za přibližně 500 miliard EUR. Spotřeba takového množství převážně uhlovodíkových paliv má významné nejen ekonomické, ale i ekologické dopady. To jsou hlavní důvody, proč je třeba věnovat automobilovým palivům a jejich používání náležitou pozornost.

Ve druhé polovině třicátých let minulého století a na začátku druhé světové války vyšlo asi deset knižních publikací o palivech pro automobily. Na tehdejší dobu obdivuhodným dílem je už téměř neznámá kniha *Tekutá paliva motorová*, vydaná v roce 1939 vlastním nákladem autora ing. Karla Loskota, představitele Společnosti pro zpeněžení lihu. V období poválečných let byla literatura s touto tematikou velmi chudá. Známější je jen kniha ing. A. Dyka *Paliva a maziva pro automobily*, vyšla v několika vydáních v sedmdesátých a osmdesátých letech.

Tehdy bylo sledování vlivů vlastností automobilových paliv na životní prostředí, na které se v současné době soustřeďuje hlavní pozornost, teprve v začátcích. Vývoj v oboru však probíhá velice rychle, zejména v posledních letech, kdy jsou podle dlouhodobých programů vydávány legislativní formou nové, stále přísnější emisní limity pro automobilové motory a těmto požadavkům se musí přizpůsobovat i kvalita paliv. Z toho, co bylo napsáno před patnácti lety a dříve, platí již jen obecné fyzikální a chemické pravdy, vše co podléhá vývoji, je většinou úplně jinak. Už od 1. 1. 2003 platily v ČR výhradně normy pro benziny a motorovou naftu, které byly zcela identické s normami států Evropské unie. Vycházely z Direktivy 98/70 EC, která uspíšila zákaz používání olovnatých benzinů v zemích Evropské unie a stanovila velmi přísné požadavky na kvalitu automobilových benzinů a motorových naft v EU pro období od 1. 1. 2000 a další, ještě přísnější, od 1. 1. 2005. Poslední vydání uvedených norem vycházejí z požadavků navazující Direktivy 2003/17 EC, které byly převzaty do českých právních předpisů v dubnu 2004 a pokrývají období až za rok 2008.

Tato publikace má poskytnout profesím, které se často setkávají s problematikou paliv pro automobily, motoristické veřejnosti, ale i studentům, informace o současném vývoji v tomto oboru a také o souvislostech ovlivňujících tento vývoj, zejména, že již dávno není primární jen technické hledisko a dosahování výkonu, ale že veškeré směry vývoje automobilů i paliv a olejů jsou určovány na prvním místě požadavky vyplývajícími z ochrany životního prostředí. To je kategorický imperativ, kterému se podřizuje všechno a na jeho plnění se vynakládají obrovské finanční prostředky jak v automobilovém, tak v rafinérském průmyslu.

Kniha se má psát pro konkrétní čtenáře, aby v ní našli to, co je zajímá, a podle toho má být volena forma i obsah. V tomto případě však nebylo možné psát pouze pro jednu skupinu čtenářů. „Svoje“ kapitoly si zde najdou uživatelé vozidel, pracovníci dopravy, čerpacích stanic, automobilového průmyslu, opravárenství, chemických profesí, státní správy, zájemci o všeobecné informace z řad soukromých osob a nakonec i studenti (alespoň ti pilní).

Na tomto místě chci poděkovat mým minulým i současným spolupracovníkům za porozumění pro mé snahy neustále hledat další příčinné souvislosti mezi kvalitou a provoz-

ním chováním paliv, k čemuž jsem často potřeboval jejich pomoc, a všem, kteří mi pomohli radou i kritikou k napsání této knihy.

Autor

1 Paliva pro automobily a jejich spotřeba

1.1 Druhy paliv

Kromě široce známých druhů automobilových paliv, které jsou běžně na trhu, existuje řada dalších chemických látek, které jsou používány nebo mohou být použity jako paliva nebo jako složky paliv pro současné automobilové spalovací motory. Některé z těchto látek mohou být použity také jako zdroje energie pro palivové články elektrických vozidel, která jsou považována za perspektivní. Jedná se zejména o vodík a metanol. Všechna tato paliva lze shrnout do těchto skupin:

- automobilové benziny;
- motorová nafta;
- petrolej (kerosin);
- zkapalněné ropné plyny – LPG (propan-butanové směsi);
- zemní plyn – stlačený (CNG) nebo zkapalněný (LNG);
- alkoholy – metanol, etanol (líh), vyšší alkoholy;
- étery s pěti a více uhlíky – metylterc.butyléter (MTBE) a další;
- metylestery mastných kyselin (například kyselin řepkového oleje) a jejich směsi s motorovou naftou, tzv. směsné motorové nafty (známé pod často nesprávně užívaným názvem bionafta);
- vodík;
- exotická paliva – amoniak, nitrometan, dimetyléter, aceton – butanolová směs;
- bioplyn a různé chudé plyny s malou výhřevností, obsahující větší množství oxidu uhličitého a dusíku, což jsou z energetického hlediska balasty.

Uhlovodíková paliva a další druhy obsahující uhlík mohou pocházet buď z fosilních zdrojů, tj. z ropy, nebo zemního plynu, případně i z uhlí, nebo z biomasy různých forem, vodík také z elektrolýzy nebo z termického rozkladu vody, čpavek ze syntézy vycházející z vodíku a dusíku. Pro současnou dobu je charakteristické hledání zdrojů a plánovité zavádění tzv. alternativních druhů paliv, rozumí se alternativních k benzinům a motorové naftě z ropy. K alternativním se proto počítají i paliva typu zkapalněných ropných plynů (LPG), zemní plyn, metanol ze zemního plynu, nafta vyráběná ze zemního plynu a dále specifikovaná paliva biologického původu (*KAP. 1.4, OBR. 1.1*).

V souvislosti s mezinárodními dohodami o snižování emisí oxidu uhličitého byl zpracován program zavádění paliv pocházejících z obnovitelných zdrojů, tzv. biopaliv, tj. paliv vyrobených z biomasy. Látky, které jsou považovány za biomasu, jsou vyjmenovány v Direktivě 2003/30 EC. Typickými palivy této skupiny jsou estery mastných kyselin rostlinných olejů a kvasný líh, ale také metanol, vodík a kapalná paliva z biomasy. Kromě uvedených typických biopaliv je důležitá i skupina paliv jen částečně tvořená složkami biologického původu. Typickými příklady jsou ETBE a směsné motorové nafty.

Je zřejmé, že přesná kategorizace není jednoduchá, mimo jiné z důvodu narůstající diverzifikace zdrojů, příkladem je nafta vyrobená z ropy a nafta vyrobená ze zemního plynu. Vodík je možné vyrábět z ropy, zemního plynu a biomasy, ale též elektrolýzou vody. V tomto případě se pak stává jen prostředkem pro přenos energie.

V *TABULCE 1.1* je přehled základních údajů o fyzikálních vlastnostech a chemickém složení aktuálních paliv a některých jejich složek.

Tab. 1.1 *Fyzikální vlastnosti a chemické složení některých současných paliv a jejich složek*

vlastnost	benzin	LPG	CNG	metanol	etanol	MTBE	nafta	MEŘO
chemická formulace	přibližně $C_xH_{1,8x}$	přibližně $C_xH_{2,6x}$	CH_4	CH_3OH	C_2H_5OH	$CH_3OC_4H_9$	přibližně $C_xH_{1,9x}$	přibližně $C_{19}H_{35}O_2$
převažující uhlovodíky	C_4 až C_{10}	C_3 a C_4	CH_4				C_{10} až C_{22}	
hustota (kg/m^3/15 EC)	720–775	510–580	(*KAP.11*)	796	794	746	800–845	870–890
výhřevnost (MJ/kg)	42,0–43,5	46,0	50,0	19,9	26,8	35,2	42,5	38,5
výhřevnost (MJ/litr/25 EC)	31,0–32,9	25,3	(*KAP.11*)	15,9	21,3	26,3	35,6	34,3
teplota vznícení (EC)	450	460	650	450	420	435	250	300
OČ VM	91–100	cca 100	130	111/126*	108/120*	118	–	–
OČ MM	82–90	91	–	90/96*	90/99*	101	–	–
CČ		–	–	5	7	12	nad 51	~58
CI	10	–	–	0 až !3	5	< 0	nad 46	~54
8 (vzduch/palivo)	14,7	15,0	17,2	6,5	9,0	11,7	14,6	13,2
bod/rozmezí varu (EC)	~30–210	!42–+4	!162	65	78	55	160 až 360	320–360
výparné teplo (kJ/kg)	290	300	555	1110	904	337	180	260
meze hořlavosti (% hm)	0,7–7,0	1,5–9,0	5,0–15	5,5–26	3,5–15	1,6–8,4	0,6–6,5	0,6–6,5
energie inic. (MJ/kmol) jiskry (MJ)	90–150 0,24	~260	velká	0,14	0,2		~45	
obsah uhlíku (% hm)	85,5	84,0	74,25	37,5	52,2	68,2	86,0	77,0
obsah vodíku (% hm)	14,5	16,0	24,75	12,5	13,0	13,6	14,0	12,0
obsah kyslíku (% hm)	až 2,7	0	0	50,0	34,8	18,2	až 0,6	11,0
tlak par (kPa)**	45–90	1550		42	21		pod 1	pod 1
bod tuhnutí (EC)	pod !45	pod !100	!183	!97,7	!114,1		0 až !32	5 až !20
bod vzplanutí (EC)	pod !30	pod !45		11	~20		nad 55	nad 100***

* směsná oktanová čísla
** pro benziny jako DVPE, pro LPG jako maximální hodnota při 40 EC
*** obvyklá hodnota pro komerční produkty, čisté estery mají bod vzplanutí nad 180 EC

Poznámky: hustota ve sloupci MEŘO byla převzata z ČSN 65 6507, požadavky na FAME podle ČSN EN 14214 uvádí *TABULKA 7.5*;
údaje uvedené pro komerční produkty, tj. jen s přibližnou chemickou formulací, nemají v žádném případě charakter fyzikálních konstant, ale jsou dány požadavky norem, které se s vývojem kvality mění; typicky se jedná o hustotu, oktanová a cetanová čísla, tlak par benzinu a další.

Účelem zařazení tohoto přehledu je poskytnout souhrn základních dat, která pak slouží k pochopení vztahů mezi fyzikálními vlastnostmi, chemickým složením paliva a jeho aplikačními vlastnostmi, jakož i k pochopení procesů spalování a jejich průběhu.

Z přehledu vyplývá, že paliva s velkým oktanovým číslem mají malé cetanové číslo a naopak, z hodnot oktanových čísel (OČVM a OČMM) a z cetanového čísla (CČ) jednotlivých paliv a jejich složek je zřejmé, které produkty jsou vhodné pro současné zážehové motory, vyžadující velké oktanové číslo a které pro vznětové motory, jejichž požadavek na CČ je kolem 50 jednotek. (Je třeba doplnit, že chemie objevila přísady, které mohou CČ, tj. schopnost vznícení, výrazně změnit, takže například metanol a etanol, jejichž cetanová čísla jsou velmi malá, mají po přidání vhodných nitrosloučenin cetanová čísla nad 40 jednotek a lze je použít i pro pohon vznětového motoru.)

V přehledu je uvedeno i několik údajů o iniciační energii a energii jiskry, tj. o energiích potřebných k zažehnutí (zapálení) směsi paliva se vzduchem, ale pouze jako informativní hodnoty, bez specifikace podmínek. K tomu je třeba dodat, že se zvyšováním teploty směsi se iniciační energie snižuje. Iniciační energie uhlovodíků se zvyšuje se zvyšujícím se oktanovým číslem, respektive pro plyny s nárůstem metanového čísla, se zvyšujícím se cetanovým číslem klesá. Iniciační energie vodíku je malá.

Teplota vznícení (dříve byl používán termín samovznícení, který lépe charakterizoval tuto vlastnost) stoupá se zvyšujícím se oktanovým číslem a klesá se zvyšujícím se cetanovým číslem. Koresponduje také s iniciační energií. Paliva, která mají vysokou teplotu vznícení, respektive jejich směsi se vzduchem, potřebují k zapálení větší iniciační energii.

Z přehledu je dále vidět, jak se jednotlivé druhy paliv liší výhřevností, tj. obsahem energie. Z druhů uvedených v přehledu jsou nejbohatší na energii paliva uhlovodíková, pokud palivo obsahuje kyslík, každé procento kyslíku znamená snížení výhřevnosti přibližně o 1 % ve srovnání s uhlovodíkovým palivem se stejným počtem uhlíku v molekule. S narůstajícím obsahem kyslíku v palivu se také zmenšuje stechiometrický poměr vzduch/palivo, který je důležitou charakteristikou, zejména při vnějším tvoření směsi, tj. u zážehových motorů.

Výparná tepla paliv výrazně stoupají s obsahem kyslíku v molekule. Z uvedených druhů je to nejvýraznější u metanolu, který podle výhřevnosti a výparného tepla lze charakterizovat jako „chemickou směs“ přibližně 50 % uhlovodíku a 50 % vody.

Meze hořlavosti, v požárně-technických normách uváděné jako meze výbušnosti, jsou charakteristikami bezpečnosti směsí plynů nebo par se vzduchem. V koncentracích nad horní mezí výbušnosti a pod dolní mezí výbušnosti jsou tyto směsi nevýbušné i nehořlavé. Dolní mez souvisí se schopností paliva pracovat v motoru v tzv. chudé směsi.

1.2 Historie vývoje motorů a paliv

Jejich vývoj probíhá více než sto let ve stále těsnější spolupráci konstruktérů motorů a palivářských chemiků a v posledních třech dekádách se plně podřizuje ekologickým požadavkům. První benzinový motor se roztočil kolem roku 1870 a mohl spalovat plyn i benzin. Na konci století jeho vzniku se objevily automobily s benzinovým motorem, ale už začátkem 20. století se začala používat i směs benzinu a lihu, například v Německu pod názvem Sprit. V polovině dvacátých let se objevily první benziny vyšších kvalitativních tříd odlišené od běžných benzinů názvy Super a Premium. Tato označení se zachovala dodnes. Šlo o směsi aromatických uhlovodíků s benzinem, později se začaly používat olovnaté sloučeniny pro zvýšení oktanového čísla. Začala být upravována těkavost, aby motor v zimě

dobře startoval a v létě nedocházelo k varu a ke tvorbě parních polštářů. Nové rafinérské technologie, měnící chemickou skladbu ropných benzinových destilátů, a přidávání sloučenin olova postupně umožňovaly vyrábět vysokooktanové benziny, takže bylo možné zvýšit kompresní poměr motorů, a tím dosáhnout zvýšení měrného výkonu a energetické účinnosti. Od konce sedmdesátých let je vývoj kvality benzinu stále více ovlivňován ekologickými tlaky a v tomto směru začaly být později vydávány legislativní programy, které pak formou právních předpisů regulovaly složení benzinu tak, aby byl omezován zejména obsah složek poškozujících životní prostředí, ať už jejich únikem do ovzduší, či po spálení. Prvním krokem bylo snižování obsahu olova, dále přidávání kyslíkatých sloučenin. Pro nové modely vozidel vybavených katalytickými konvertory byly zavedeny bezolovnaté benziny. Kolem roku 2000 následoval úplný zákaz používání olovnatých benzinů a konečně byly zavedeny reformulované benziny, tj. s takovým složením, aby bylo co nejméně poškozováno životní prostředí.

Robert Diesel předvedl svůj první motor spalující ropný destilát v roce 1892, po dlouhém experimentování s uhelným prachem, který měl být původně jeho palivem. V roce 1908 se již jako palivo ustálily plynové oleje a v roce 1925 byly Dieselovy motory zabudovány do nákladních vozidel. Do osobních až v roce 1936, a to už bylo palivo pro tyto motory z hlediska požadavků na kvalitu dobře specifikováno a vyráběno jako motorová nafta. Stejně jako u benzinu, začal v sedmdesátých letech tlak na ekologizaci motorové nafty, zejména na snižování obsahu síry, s cílem snížit emise oxidů síry a potlačit kouření motorů. V roce 1992 se objevila tzv. švédská nafta, jejíž formulace City 1 obsahovala jen 10 ppm síry, tj. řádově tisíckrát méně než dřívější neodsiřované nafty a jen 10 % aromatických uhlovodíků při podstatně sníženém konci destilace, destilující z 95 % do maximálně 285 EC.

Motorové palivo LPG bylo v provozu větší skupiny vozidel poprvé zavedeno ve třicátých letech v Německu, které mělo deficitní bilanci benzinu. Uvedené plyny byly k dispozici z nově zavedených hydrogenačních a hydrokrakovacích procesů. Nová vlna používání se datuje do poloviny padesátých let, kdy po válce opět začal fungovat německý chemický průmysl a hydrogenační a štěpné procesy pronikaly i do dalších zemí. Od té doby pokračoval rozvoj používání v různých státech různě, takže například v roce 1995 bylo registrováno s pohonem LPG v Holandsku 8,7 % vozidel, v Itálii 4,4 %, ve Francii 0,1 %, v USA 0,4 %, v Japonsku 0,7 % a v Jižní Koreji 7,6 %. Používání v různých zemích se odvíjelo od dostupnosti, od ceny ovlivněné hlavně velikostí spotřební daně a také od klimatických podmínek (*KAP. 3.10, 15*).

V průběhu devadesátých let došlo v Evropě ke sjednocení kvality paliv a norem a výzkum v této oblasti, prováděný především s ekologickými aspekty, se z velké části provádí společně. Z jeho výsledků odvozené požadavky na kvalitu paliv jsou vydávány ve formě Direktiv Evropské unie, které pak slouží jako základ pro zpracování právních předpisů, určujících požadavky na kvalitu v členských zemích. V menších státech se výzkum v oblasti kvality automobilových paliv prakticky zastavil a kvalita se řídí jednotným evropským předpisem.

V první polovině vývojového období, tj. dodnes trvající éry ropných motorových paliv, byl konstruktér motoru při jeho technickém vývoji omezován hlavně vlastnostmi paliva, zejména oktanovým číslem, které byli schopni jejich výrobci zajistit a jen málo do toho zasahovaly zákony. V poslední době naopak zákony stanovují velmi podrobně požadavky na vlastnosti paliv. Předepisují výrobcům motorů se stále větší důrazností, jak musí motor ekologicky pracovat a jak se negativní vliv jeho provozu na životní prostředí musí plánovitě

zmenšovat. Výrobci motorů pak navrhují, jaké vlastnosti mají mít paliva, aby bylo možné plnit zákonné předpisy pro emise motorů. Návrhy výrobců motorů jsou po projednání přijímány jako právní předpisy, definující požadavky na kvalitu paliv. Jednání probíhají obvykle mezi výrobci motorů, výrobci paliv a státními orgány, respektive nadnárodními orgány EU (a obdobně v USA), odpovědnými za ochranu životního prostředí.

1.3 Poslední etapa vývoje kvality a druhů paliv

V souvislosti v plněním uvedených požadavků na zlepšování životního prostředí byly v devadesátých letech v USA a po roce 2000 v EU realizovány v kvalitě motorových paliv podstatné změny. Všechny vlastnosti, které mohou zmírnit škodlivé vlivy na životní prostředí, byly postupně modifikovány, takže současná paliva ve srovnání s minulými obsahují jen velmi malé množství síry, v rozvinutých zemích se již více let nedovoluje používat olovnaté ani jiné přísady obsahující kovy, pronikavě byl omezen obsah benzenu v benzinu a postupně se omezuje obsah aromatických uhlovodíků ve všech palivech, u nafty hlavně polyaromatických. U benzinů se dále omezuje obsah podílů, které se hůře odpařují a proto také hůře spalují a snižuje se těkavost v letním období, aby únik lehkých uhlovodíků do ovzduší byl minimální. Všechny tyto ekologické požadavky jsou uplatněny v normách, jednotně pro všechny členské země EU (*KAP. 7*). Vývoj kvality do začátku devadesátých let ukazuje *TABULKA 1.2*.

***Tab. 1.2** Vývoj základních parametrů automobilových benzinů od roku 1958*

rok	hladiny oktanových čísel (min. hodnoty)			tlak par, max.léto, (kPa)	síra (%) max.	olovo (g/l) max.	aromáty (%) max.	detergentní přísada	poznámka
1958	63 MM	70 MM		70	0,15	0,08 % obj. TEO			
1961	72 MM	84 VM				0,08 % obj. TEO			
1965	72 MM	84 VM		53	0,15	0,08 % obj. TEO			
1970	80 VM	90 VM	96 VM	60	0,10/0,05/0,10	0,05/0,06 % obj. TEO	40		druh 96 max. 0,05 % obj. TMO
1973	80 VM	90 VM	96 VM	60/50/40	0,10/0,05/0,05	0,53/0,64/0,77	40/40/50		
1977	80 VM	90 VM	96 VM	80/67/60	0,10/0,05/0,05	0,53/0,64/0,77	40/40/50		Delta OČ max. 10
1982		90 VM	96 VM	67/60	0,05	0,64/0,77	40/50		
1987	91 VM bezolovnatý	90 VM	96 VM	70/67/60	0,05	0,01/0,25/0,25	?/40/50	ano	MTBE max. 10 % Delta R_{100} max. ?/14/12
1991	95 VM bezolovnatý	91 VM	96 VM	70	0,05	0,013/0,03–0,15		ano	MTBE max. 10 % benzen max. 5 %

Poznámka: údaje byly zpracovány podle katalogů Benzina

1.4 Kvalita paliv v příštích letech

Už v současné době je vyvíjen tlak, aby v budoucnosti benziny a nafta neobsahovaly síru vůbec. Její obsah nemá u obou druhů paliv po roce 2008 překračovat hodnotu 10 mg/kg a tento proces byl již zahájen. Určité procento dodávek paliv na trh je již realizováno v těchto „bezsirných formulacích" v současné době.

Současné technologie neumožňují modifikovat složení uhlovodíkových paliv tak, aby při jejich spalování vznikalo významně méně oxidu uhličitého, který je považován za hlavní příčinu intenzifikace skleníkové efektu a oteplování planety. Jedním ze způsobů zmenšení emisí tohoto oxidu je omezení spotřeby uhlovodíkových paliv. V Evropě má být tento problém řešen kombinací různých způsobů. Jedním z nich je limitování specifické spotřeby paliva, vyjádřené v gramech na kilometr jízdy vozidla (*KAP. 5.1*). Pro budoucnost se počítá s technologiemi hluboké konverze ropných frakcí a s výrobou paliv se sníženým obsahem uhlíku, v nejbližší budoucnosti pak s postupně narůstajícím využíváním obnovitelných zdrojů, tzv. biopaliv.

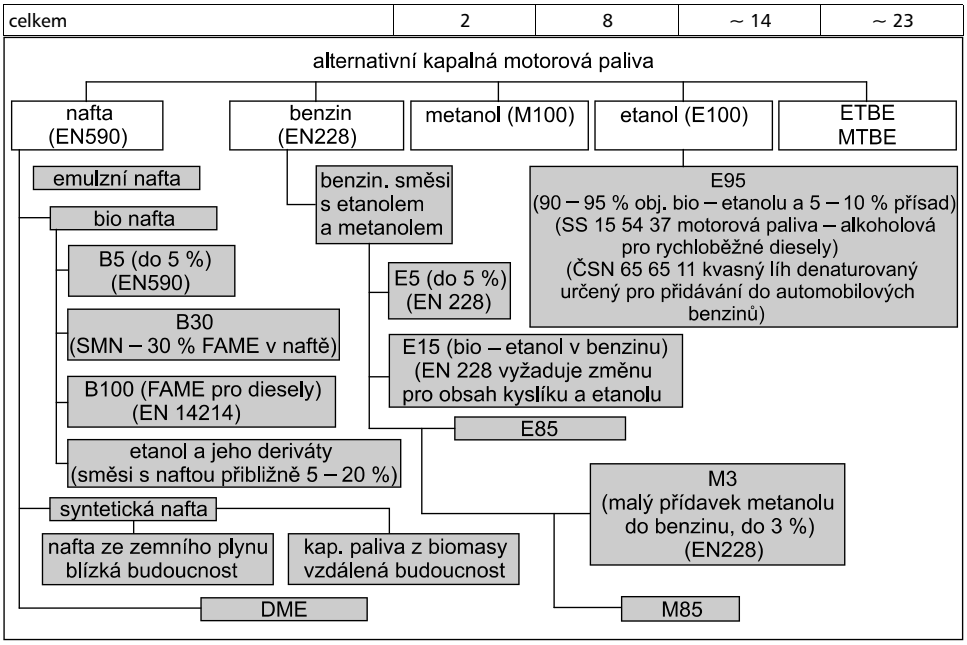
Protože spotřeba fosilních paliv neustále stoupá a tím narůstá i množství oxidu uhličitého vypouštěného do atmosféry, muselo být přistoupeno ke globálnímu řešení, jehož poslední závěry jsou předmětem známých Kjótských dohod. Evropská unie vydala jako program realizace těchto závazků Direktivu 2003/30 EC, týkající se náhrady fosilních paliv alternativními a obnovitelnými zdroji. Direktiva požaduje, aby koncem roku 2005 pocházela minimálně 2 % z celkového množství energie spotřebovaného pro dopravu z obnovitelných zdrojů, v roce 2010 se má tento podíl zvýšit na 5,75 % (v roce 2020 má pocházet minimálně 20 % celkově spotřebované energie, tj. nejen pro dopravu, z alternativních zdrojů).

Do roku 2020 se počítá s podstatným rozvojem využívání zemního plynu pro pohon automobilů, a to jak s přímým použitím, tak s používáním syntetických kapalných paliv vyrobených z plynu, která by měla v dalším období ve stoupající míře nahrazovat deficitní ropu a ropná paliva. Pokud jde o paliva z obnovitelných zdrojů na bázi biomasy, kromě metylesterů mastných kyselin (FAME), v ČR výhradně metylesterů kyselin řepkového oleje, je tlak maximálně využívat kvasný líh buď jako složku benzinu, nebo pro výrobu éterů a esterů (ETBE a EŘO), případně ve formě lihového paliva E95, obsahujícího jako další složky pouze přísady. S využíváním vodíku pro pohon vozidel se počítá až později, v širším měřítku až po roce 2050 za předpokladu, že bude k dispozici ve velkém množství levná elektrická energie potřebná pro technologii elektrolýzy vody. U žádného z dále uvedených alternativních paliv se nepředpokládá do roku 2020 dosažení vyššího než 10 % podílu na trhu. Optimistický scénář uplatnění alternativních paliv pro pohony automobilů uvádí *TABULKA 1.3*.

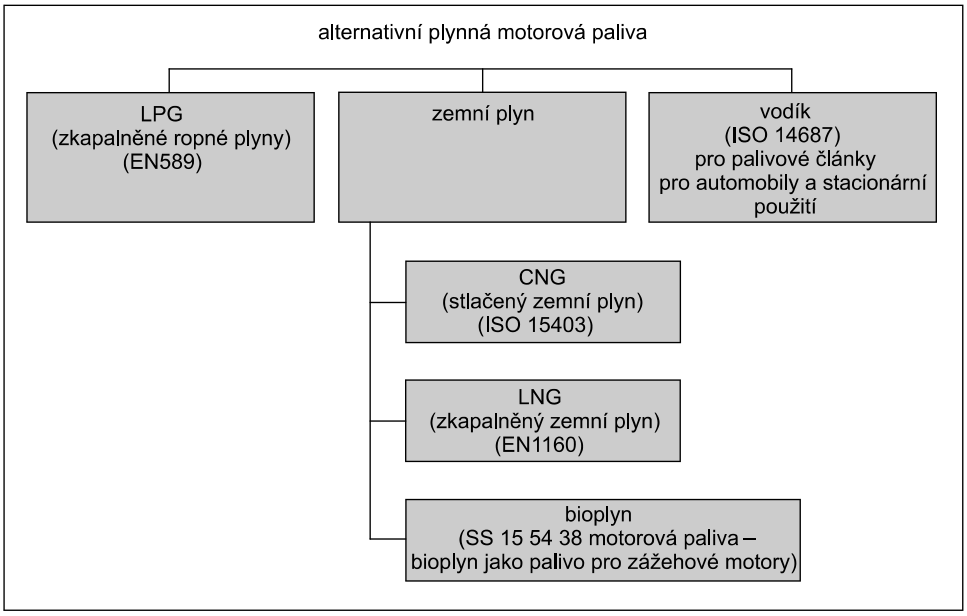
V dubnu 2004 byla vydána informace CEN o palivech a jejich složkách, se kterými se v následujících letech počítá v Evropské unii a je proto třeba pro ně připravit normy. Jednotlivé varianty uvádějí *OBRÁZKY 1.1, 1.2*.

***Tab. 1.3** Aktuální alternativní paliva a prognóza jejích uplatnění na trhu (%)*

druh paliva	2005	2010	2015	2020
zemní plyn		2	5	10
biopaliva	2	6	~ 7	~ 8
vodík			2	5



Obr. 1.1 *Přehled formulací kapalných alternativních paliv a paliv z obnovitelných zdrojů*



Obr. 1.2 *Přehled formulací plynných alternativních paliv a paliv z obnovitelných zdrojů*

Na *OBRÁZKU 1.1* jsou uvedeny všechny předpokládané formulace alternativních paliv k benzinu a naftě z ropy, které by mohly být v budoucnosti realizovány a velmi detailně jsou uvedeny všechny varianty aplikace kvasného lihu. Nejsou vynechána ani paliva z technologií GTL a BTL, jejichž podstatou je výroba kapalného paliva ze zemního plynu, respektive z biomasy. Podrobnosti k procesu GTL (Gas to Liquid) uvádí *KAPITOLA 3.1*.

1.5 Schválená paliva pro provoz vozidel v ČR a jejich prodejní síť

Zákon nedovoluje, aby byla pro provoz vozidel na pozemních komunikacích používána jakákoliv hořlavina. Právní předpisy České republiky přesně stanoví, která paliva mohou být používána pro provoz vozidel a jaké musí mít vlastnosti. Pokud nejsou požadavky právních předpisů na vlastnosti splněny, nesmí být palivo použito. V některých případech právní předpis umožňuje použít i palivo, které není vyjmenováno mezi schválenými, ale obvykle váže souhlas s jeho použitím na doporučení výrobce motoru, který pak odpovídá za to, že při provozu s takovým nestandardním palivem se nebudou vyskytovat ani ekologické ani technické problémy. Této možnosti se prakticky využívá pouze při zkouškách nových druhů paliv v provozním měřítku.

V současné době jsou v České republice stanoveny požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích Vyhláškou č. 229 Ministerstva průmyslu a obchodu z 29. dubna 2004. Jedná se o dále uvedená paliva s vlastnostmi odpovídajícími požadavkům příslušných norem (poslední vydání dále uvedených norem na úrovni ČSN EN jsou z roku 2004). Ve Vyhlášce jsou definovány i složky těchto paliv z obnovitelných zdrojů, tj. bioetanol a z něho vyrobený ETBE a MEŘO.

- ČSN EN 228: čtyři druhy bezolovnatých benzinů rozlišených oktanovými čísly stanovenými výzkumnou metodou a obsahem přísady AVSRA:

název	Normal	Super	Super Plus	Special
označení	BA-91	BA-95	BA-98	BA-91
OČVM (min.)	91	95	98	91
obsah přísady typu AVSRA	neobsahuje	neobsahuje	neobsahuje	obsahuje

Poznámky:
- AVSRA znamená přísadu zabraňující rychlému opotřebení netvrzených sedel výfukových ventilů starších typů motorů, přísada schválená právním předpisem pro používání v ČR obsahuje draslík ve formě soli alkylsulfojantarové kyseliny;
- pro současné benziny neobsahující přísadu AVSRA se v praxi často používá tradiční komerční název Natural;
- benzin Special musí být obarven na sytě oranžovou barvu, barva ostatních druhů je neupravená, obvykle ve žlutých odstínech, některé značkové druhy s nadstandardní kvalitou obsahují barvivo, například modré.

- ČSN EN 590 : motorové nafty pro mírné klima a pro arktické klima
- ČSN EN 589 : zkapalněné ropné plyny (LPG = Liquefied Petroleum Gas)
- ČSN 38 6110 : stlačený zemní plyn (CNG = Compressed Natural Gas)
- ČSN 65 6508: směsné motorové nafty (obsahující MEŘO)
- ČSN EN 14214+AC: metylestery mastných kyselin (FAME), palivo pro vznětové motory.