

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Ústav techniky a automobilové dopravy

3. přednáška

PALIVA PRO SPALOVACÍ MOTORY

Ing. Adam Polcar, Ph.D.
email: adam.polcar@mendelu.cz

Činitelé ovlivňující vznik škodlivých emisí

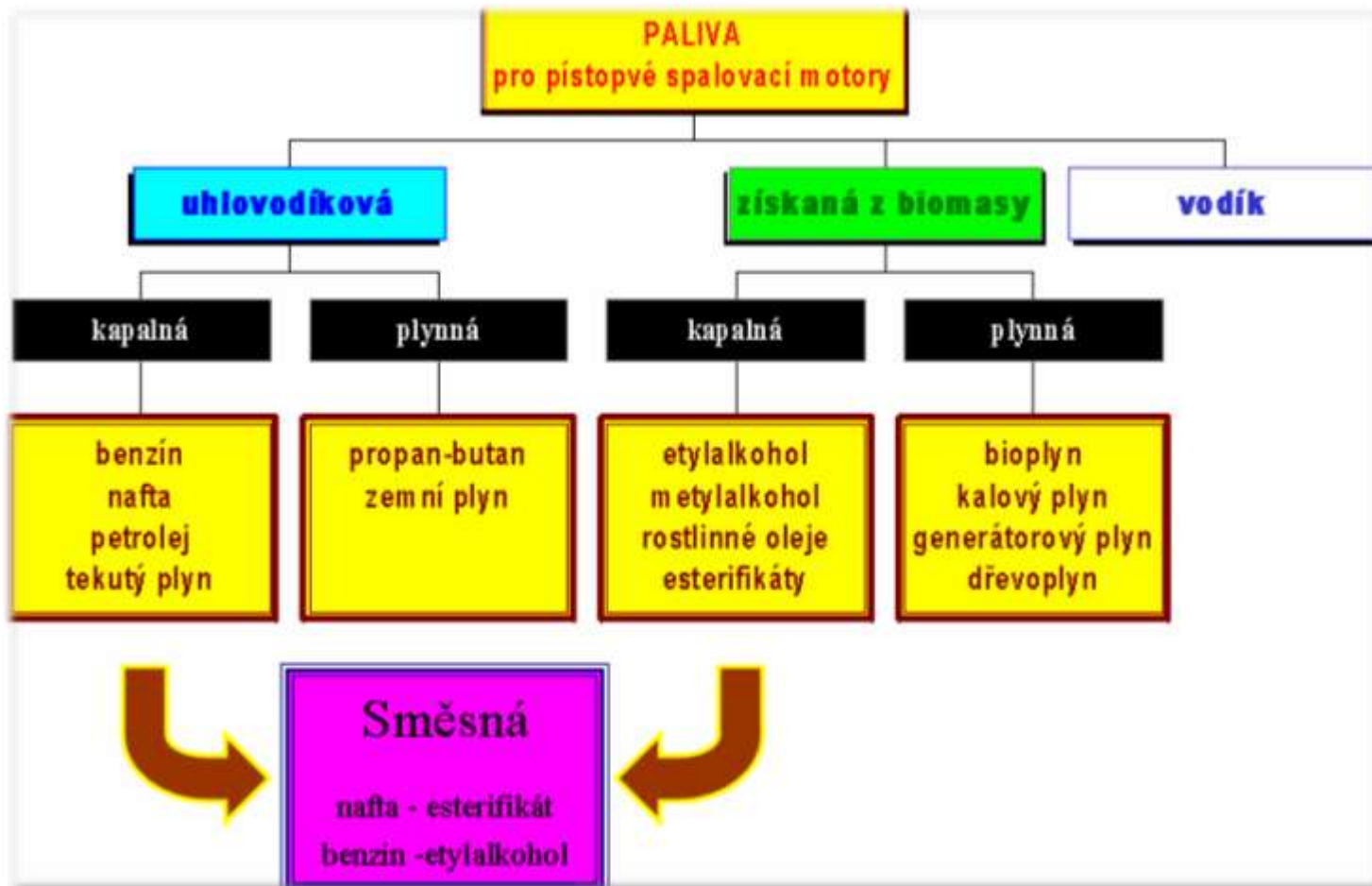
- druh použitého paliva

Co jsou paliva?

- pohonné látky, které se používají k pohonu tepelných motorů (např. spalovací motor, raketový motor, plynová turbína apod.)
- nejčastěji se jedná o směsi uhlovodíků v kapalném nebo plynném skupenství
- při spalování se v motoru přeměňuje jejich chemická energie na energii tepelnou a následně na energii mechanickou



Rozdělení paliv pro spalovací motory:

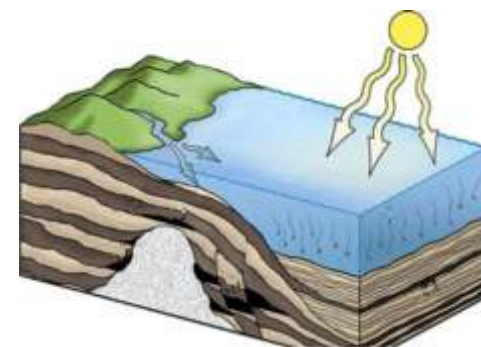
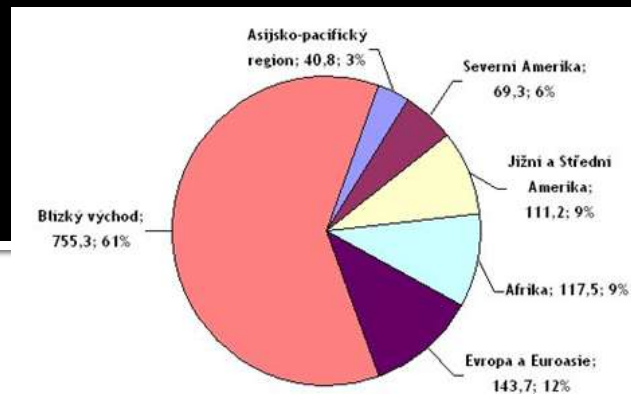


Paliva uhlovodíková

- nejvýznamnějšími zástupci je benzín a nafta
- výroba z ropy, uhlí nebo ze zemního plynu

Vznik ropy

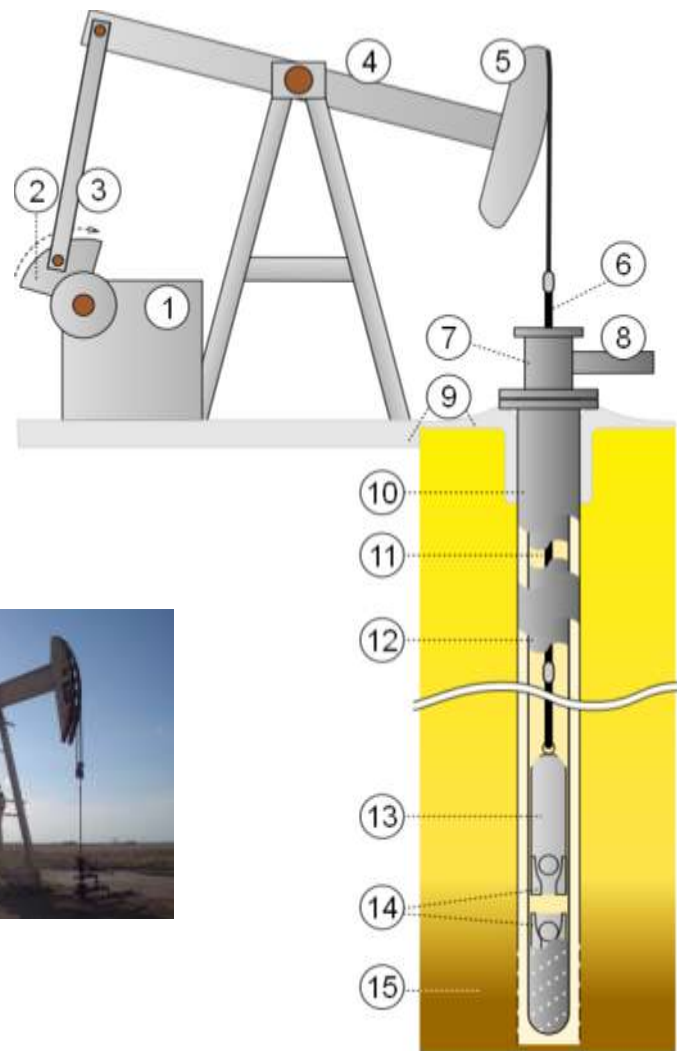
- několik teorií
- vznik z mořských mikroorganismů, především z řas, které žily v pravěkých mořích, po odumření klesly na dno a tam došlo k jejich rozkladu, po vyloučení kyslíku se z nich vytvořilo hnilobné bahno, ze kterého se před 100 až 400 mil. lety pod vysokým tlakem a při vysoké teplotě vytvořila ropa a zemní plyn → **organická teorie**
- **anorganická teorie**
- **zásoby ropy na 30 let**



Těžba ropy

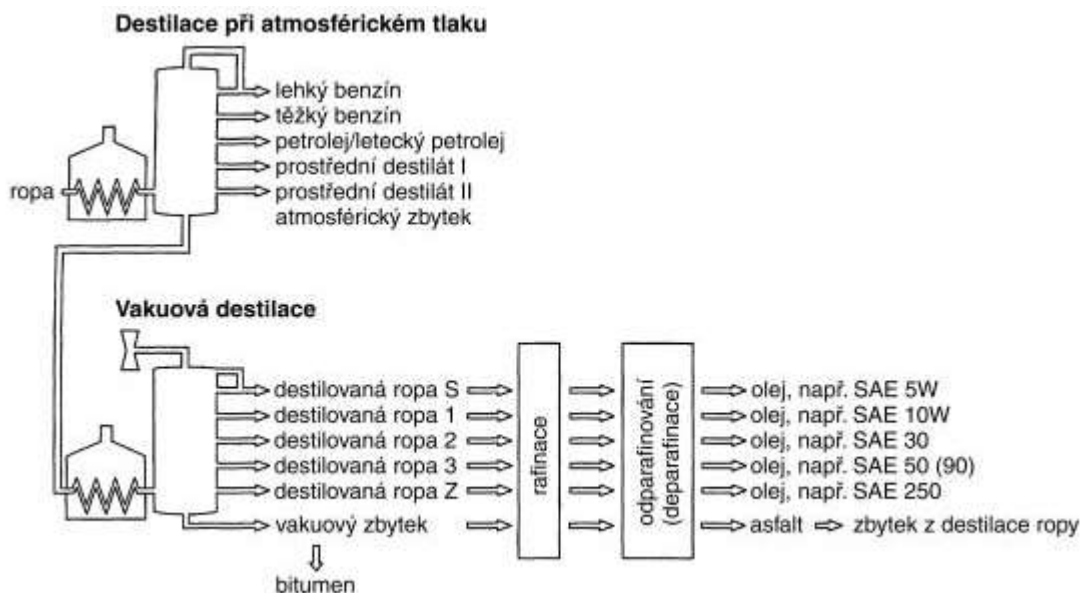
- erupční těžba
- těžba čerpáním

1. Motor
2. Protiváha - závaží
3. Ojnice
4. Hlavní rameno
5. Hlava
6. Lano
7. Ústí vrtu
8. Ropovod
9. Betonový základ
10. Vnější plášť
11. Táhlice
12. Potrubí
13. Čerpadlo
14. Ventily
15. Ropné písky



ROPA

- hnědozelená až hnědočerná kapalina
- složení z 85 % uhlíku a 12 % vodíku (1 – 3 % síry)
- zpracování se provádí v rafinériích – tři základní skupiny procesů:
 - ✓ oddělování (destilace)
 - ✓ přeměna (krakování) – pro zvýšení výroby benzinové frakce
 - ✓ konečná úprava (rafinace a odparafinování) – odstranění nežádoucích složek, zvyšování stability během stárnutí a „nastavení“ viskózního indexu



Základní vlastnosti automobilových paliv

- hustota = měrná hmotnost
- výhřevnost paliva - je vlastnost paliva, která udává, kolik energie se uvolní úplným spálením jedné jednotky (obvykle 1 kg)
- výparné teplo (měrné skupenské teplo varu) - teplo, které přijme 1 kilogram kapaliny, jestliže se za teploty varu celá přemění na plyn téže teploty
- viskozita – vlastnost kapaliny klást odpor proti své deformaci (odpor proti tečení kapaliny), závisí na teplotě (míru závislosti viskozity na teplotě určuje viskózní index



Automobilový benzín



- pro pohon **zážehových motorů** (po stlačení směsi vzduchu a paliva dochází k odpaření kapiček paliva a vzniku výbušné směsi, která je zapálena zapalovací svíčkou)
- výroba destilací ropy (atmosférická destilace od 30 do 210°C) a krakováním (po krakování nejsou dostatečně odolná proti detonačnímu hoření proto následuje reformování, polymerizace atd.
- je tvořen: n-alkany, i-alkany (isoalkany), alkeny (olefiny), nafteny (cyklany) a aromáty
- **oktanové číslo** – kvalitativním znakem benzínu, vyjadřuje míru odolnosti benzínu proti detonačnímu spalování, které je doprovázeno klepáním motoru
- pro spálení 1 kg benzínu je potřeba 14,5 kg vzduchu

Motorová nafta



- pro pohon **vznětových motorů** – vstřikování nafty nastává před koncem kompresního zdvihu do stlačeného ohřátého vzduchu. Vlivem velkého kompresního tepla nastává vznícení nafty s následným hořením
- nafta je směsí ropných kapalných uhlovodíků destilujících v rozmezí 180 až 360 °C, vyrábí se míšením petroleje s těžším destilačním produktem – plynovým olejem s vysokým obsahem parafínů (obsah lehkých podílů je dán požadavkem na bod vzplanutí, obsah těžkých podílů je omezen vznikem úsad ve spalovacím prostoru
- vliv složení paliva na prodlevu vznětu (doba, která uplyne od okamžiku vstřiku paliva do okamžiku jeho vznícení) udává **cetanové číslo**
- pro spálení 1 kg nafty je potřeba 14,8 kg vzduchu



Přísady - aditiva

- detergenty s označením FIC (Fuel Injector Cleanliness) výrazně ovlivňují čistotu trysek a tím dokonalost úhlu rozstřiku paliva a tím i emise
- stabilizátory paliva – antioxidační aditiva – působí proti tvorbě pryskyřic a úsad na stěnách nádrže, na sítkách čerpadla, proti tvorbě sedimentů
- protikorozní aditiva působí proti korozi jak nádrží, tak přívodních cest ale zejména vstřikovacího čerpadla
- zlepšovače maznosti ovlivňují zejména vibrační opotřebení u rotačních čerpadel rychloběžných vznětových motorů
- zlepšovače tekutosti paliva MDFI zlepšují zejména nízkoteplotní vlastnosti a bod tuhnutí
- protipěnicí aditiva - ANTIFOAM aditiva – zabraňují pění paliva při plnění nádrže nebo cisterny a tím urychlují plnění bez čekání na opad pěny



Ropný plyn LPG

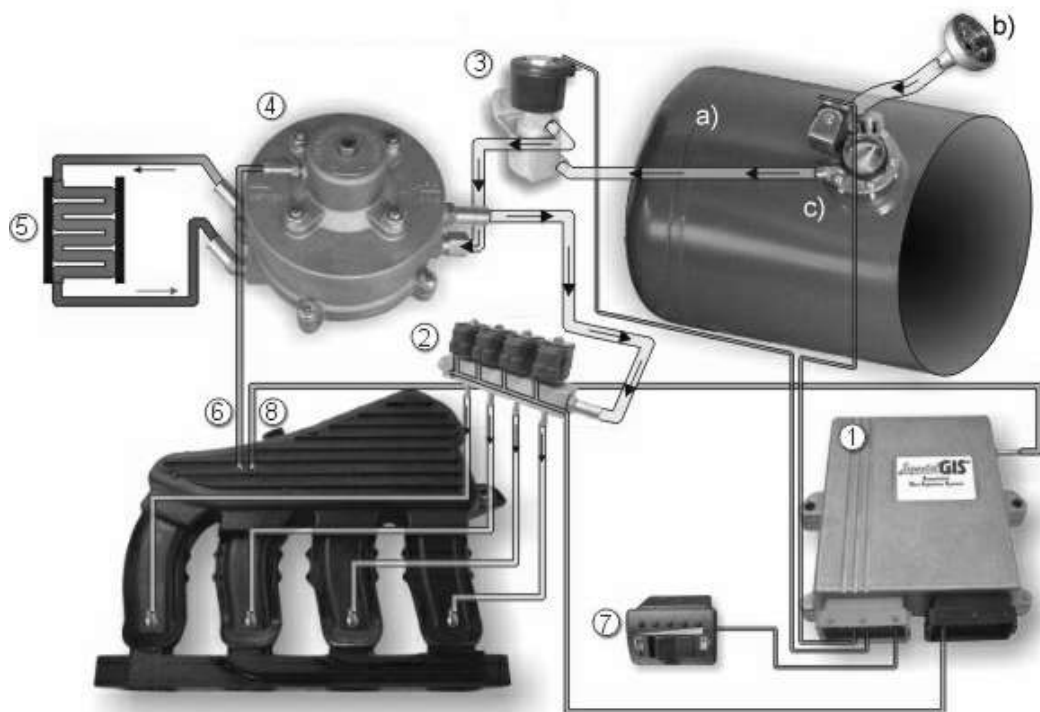


- směs propanu a butanu
- za normálního klimatu plynný
- nízký tlak zkapalnění (7-15 bar)
- vypařování při -40°C
- dojezd o 550 km více



PARAMETR		propan	butan	benzin
hustota při 15°C	$\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0.508	0.584	$0.73 \div 0.78$
tlak par při 37°C	kPa	1210	260	$50 \div 90$
teplota varu	$^{\circ}\text{C}$	-42.6	-0.6	$30 \div 225$
oktanové číslo		97	89	$85 \div 87$
výhřevnost hmotnostní	$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	46.37	45.78	44.03
výhřevnost objemová	$\text{MJ}\cdot\text{dm}^{-3}$	23.28	26.51	32.3

Úprava motoru:



- *a - tlaková nádrž*
- *b - plnicí koncovka*
- *c - multiventil*
- *1 - řídicí jednotka*
- *2 - vstřikovací ventily*
- *3 - elektromagnetický ventil LPG*
- *4 - výparník*
- *5 - chladič motoru*
- *6 - sací potrubí*
- *7 - přepínač*
- *8 - snímač tlaku*

■ Výhody LPG

- vyšší výhřevnost
- vyšší životnost motoru
- vysoká antidetonační odolnost
- možnost dosažení lepší homogenity směsi
- nižší výfukové emise ve všech sledovaných složkách (zejména u karburátorových motorů)
- vyšší ekonomičnost (zvýšení spotřeby o 10-30 %, poloviční cena LPG)
- nižší hlučnost a klidnější chod motoru
- větší akční rádius
(kombinovaný pohon plyn a benzin)



■ Nevýhody

- řidší síť čerpacích stanic LPG
- zvýšení hmotnosti automobilu (snížení užitečné hmotnosti automobilu)
- zmenšení zavazadlového nebo užitkového prostoru
- přísnější bezpečnostní podmínky např. při parkování, opravách atd.
- nutnost absolvovat pravidelné kontrolní prohlídky
- nižší výkon při přestavbě



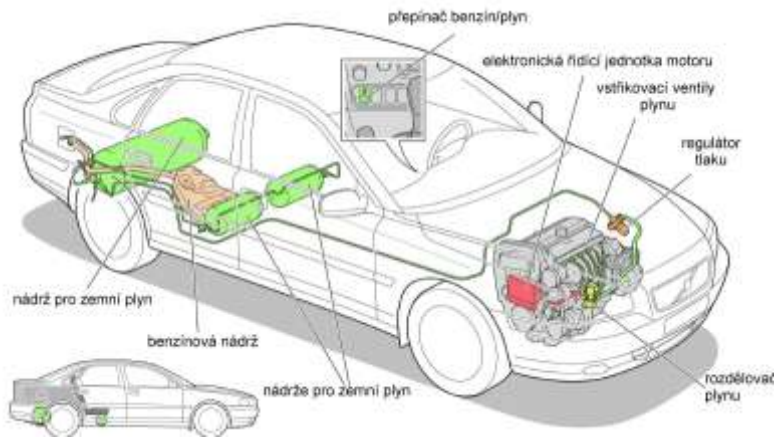
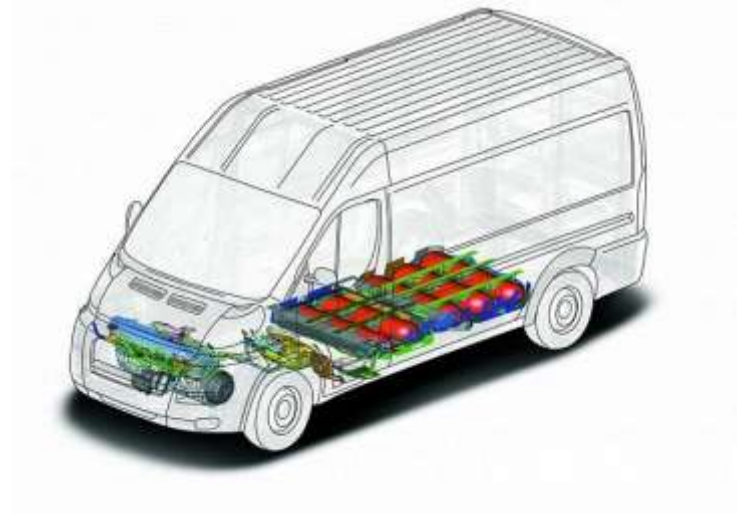
Zemní plyn CNG a LNG



- CNG (Compressed Natural Gas)
 - stlačený na 20 MPa
 - energetická hustota 4 -5 krát menší než kapalná paliva
 - ocelové a kevlarové nádoby
- LNG (Liquified Natural Gas)
 - kryogenní nádrže tlak 0,15MPa, teplota -162°C , 600x menší objem, výhřevnost 22 MJ/l
 - v ČR se nepoužívá



■ Palivový systém



■ Výhody CNG

- menší produkce nejen sledovaných složek výfukových plynů, ale i dalších škodlivých látek včetně oxidu uhličitého
- vnitřní části nejsou zaneseny karbonovými úsadami
- menší náklady na pohonné hmoty
- lepší tvorba spalované směsi a s tím související rovnoměrnější chod motoru, provoz s přebytkem vzduchu
- tišší chod motoru
- snazší startovatelnost zejména za nízkých teplot
- u dvoupalivových systémů větší akční rádius
- vyšší bezpečnost díky vyšší zápalné teplotě oproti benzínu a velice odolným tlakovým nádržím
- jednoduchá distribuce k uživateli již existujícími plynovody



■ Nevýhody CNG

- nedostatečná infrastruktura, zejména malý počet čerpacích stanic
- vyšší pořizovací náklady na vozidlo (přestavba)
- zhoršení stávajícího komfortu v důsledku zmenšení zavazadlového prostoru
- zvýšení hmotnosti vozidla a tím snížení užitečného zatížení
- snížení výkonu motoru (u dodatečných přestaveb)
- zpřísněná bezpečnostní opatření při parkování a opravách
- při pohonu pouze na CNG menší akční rádiu



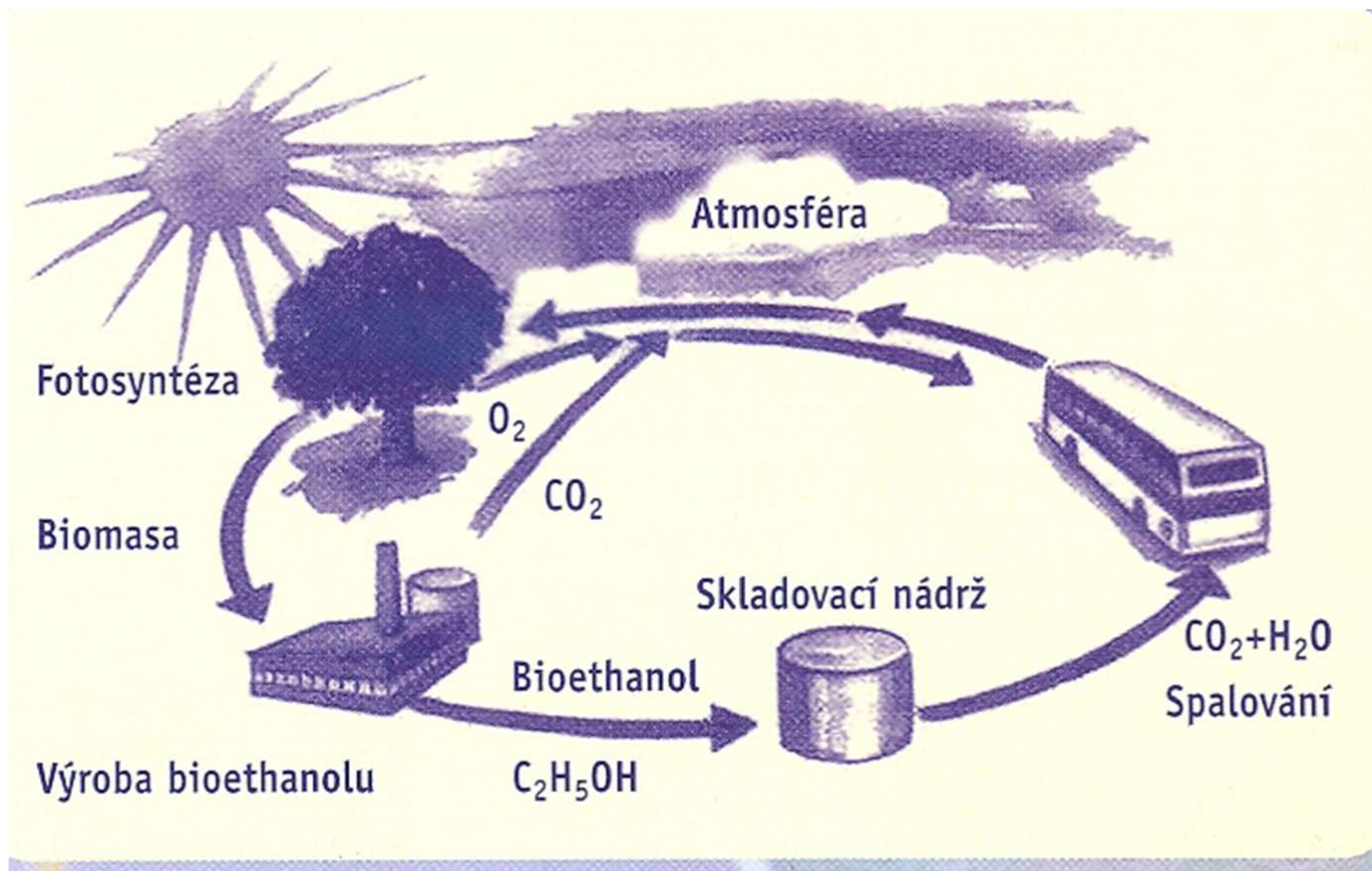
BIOPALIVA



Biopaliva

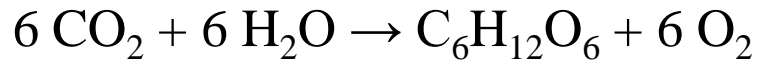
1. Generace – výroba z produktů určené v potravinářském a krmivářském sektoru
2. Generace – výroba z odpadů
3. Generace – výroba z řas
4. Generace – výroba za pomoci geneticky modifikovaných mikroorganismů



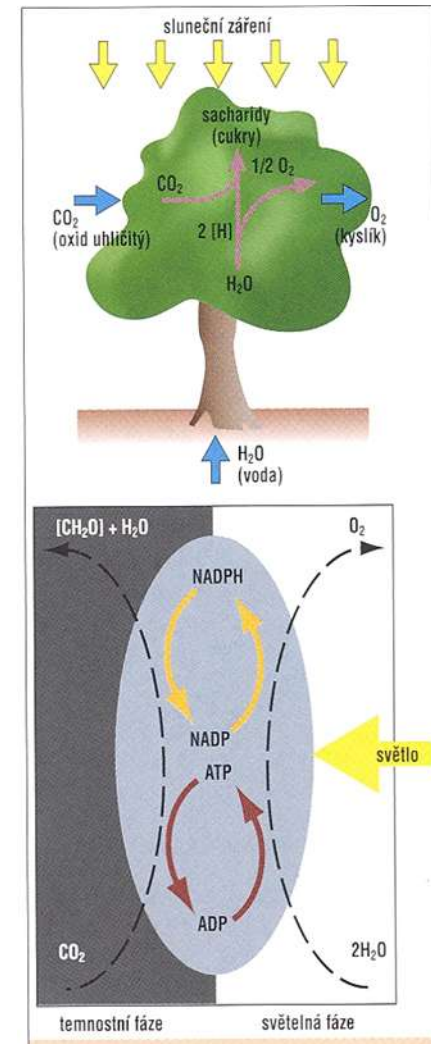


Fotosyntéza

- rovnice:



Fotosyntézou se ročně na Zemi váže 150 miliard tun uhlíku a uvolňuje se 400 miliard tun kyslíku



Využití biopaliv v motorech.

Podle Akčního plánu Evropské komise by měla být ve státech Evropské unie paliva vyráběná z ropy postupně nahrazována částečně biopalivy, zemním plynem a vodíkem. Podle „Směrnice EU 2009/28/ES se uvádí, že ke konci roku 2020 má energetický podíl biopaliv pro dopravu v každém z členských států Evropské unie činit minimálně 10 % z energie dodané pro dopravu. Za biopaliva se považují kapalné nebo plynné pohonné hmoty vyráběné z biomasy: bioetanol, MEŘO, bioplyn, biometanol, biodimetyléter, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík, čisté rostlinné oleje a syntetická paliva, jejichž složky byly vyrobeny z biomasy.

V současné době je v České Republice od roku 6/2010 stanoveno povinné přimíchávání 4,1% v/v bioetanolu do benzínu a 6% v/v přimíchávání MEŘO (bionafty) do motorové nafty.

Uplatňování biopaliv má ale i mimo snížení závislosti na ropě další celospolečenská hlediska a přínosy spočívající ve snižování zátěže životního prostředí, využití domácích zdrojů zemědělské a průmyslové výroby, udržování krajiny atd. Jak vyplývá ze závěrů různých technicko-ekonomických analýz, mohou alternativní paliva z obnovitelných zdrojů přinést výrazné snížení GHG emisí (skleníkové emise), ale někdy za cenu větší energetické náročnosti jejich výroby a distribuce.

Alternativní paliva pro dopravu

- obilí
- cukrovka
- dřevní odpad
- vinný ethanol

BIOETHANOL

- řepka

BIONAFTA

- kaly
- hnůj
- komunální odpady

BIOPLYN

- autobusy
- nákladní automobily
- osobní automobily
- lodě
- letadla

Bionafta

- Surový rostlinný olej
- Bionafta 1 . Generace – 100 % MEŘO
- Bionafta 2 . Generace – směsné palivo 31% MEŘO, 69 % nafta



Rostlinný olej

- výroba z olejnatých rostlin
- výroba lisováním semen s následnou úpravou

Obsah oleje v olejnatých semenech

Olejnaté semeno	obsah oleje	
meruňková jádra	42 %	
bavíňková semena	20 %	
brutnák	34 %	
bodlák	35 %	
podzemnice olejná se slupkou	47 %	
konopí	34 %	
jojoba	50 %	
karité / ořech shea	39 %	
odpady z brambor	40 %	
kopra	65 %	
lnička	41 %	
lněné semeno	38 %	
kukuřičné klíčky	50 %	
mák	45 %	1 t ha ⁻¹
pupalka	25 %	
ořechy neem	47 %	
ramtila etiopská	40 %	
palmová jádra	45 %	
paprika, jádra	25 %	
ořechy para	63 %	
broskvová jádra	40 %	
řepka	42 %	3 t ha ⁻¹
hořčice	35 %	4,5 t ha ⁻¹
sezam	50 %	
sójové boby	19 %	2,5 t ha ⁻¹
slunečnicová semena	42 %	2,5 t ha ⁻¹

Uvedené hodnoty závisí na druhu a vlastnostech olejnatých semen.



Rostlinné oleje slouží jako biopalivo pro vznětové motory. Získávají se lisováním semen olejnatých rostlin.

Z 3 tun řepkového semene se vylisuje cca 1,1 tuny řepkového oleje (Laurin, 2008). Díky jejich odlišným vlastnostem není použití v běžném spalovacím motoru možné. Rostlinné oleje mají oproti motorové naftě vysokou viskozitu a bod vzplanutí. Viskozita lze upravit ohřevem oleje, avšak zásadní problém vyplývá z tvorby poměrně velkých kapek oleje po vstříknutí oleje do spalovacího prostoru a jeho nízké odpařitelnosti. To vede k tvorbě karbonu, který ve velmi krátké době (50 až 100 provozních hodin) u motorů s přímým vstřikem paliva, znehybní první, případně i druhý pístní kroužek. Následně pak dochází k zadření motoru. V současné době je možno použít neupravené rostlinné oleje jako palivo pouze v Elsbethově duotermickém motoru, který je chlazen pouze motorovým olejem. Píst má korunu vyrobenou z litiny. Ve dně pístu je vytvořená kulová spalovací komora, jejíž stěna dosahuje teploty 550 až 650°C, což již dostatečně zabezpečí odpaření kapiček vstříkovaného oleje

Veličina	Jednotka	OLEJ				Motorová nafta
		řepkový	slunečnicový	lněný	sójový	
měrná hmotnost	[g.cm ⁻³]	0,917 - 0,920	0,92 - 0,927	0,930 - 0,935	0,922 - 0,934	0,815 - 0,855
bod vzplanutí	[°C]	317	316	-	330	> 55
bod tuhnutí	[°C]	0 - (-2)	(-16) - (-18)	(-18) - (-27)	(-8) - (-18)	0 - (-2)
kinematická viskozita	[g.cm ⁻³]	97,7	65,8	51	63,5	3 - 8
spalné teplo	[MJ.kg ⁻¹]	40,56	39,81	39,51	39,73	45 ± 0,6

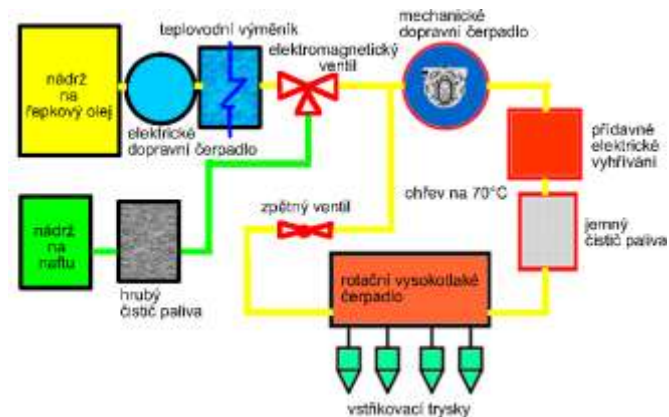
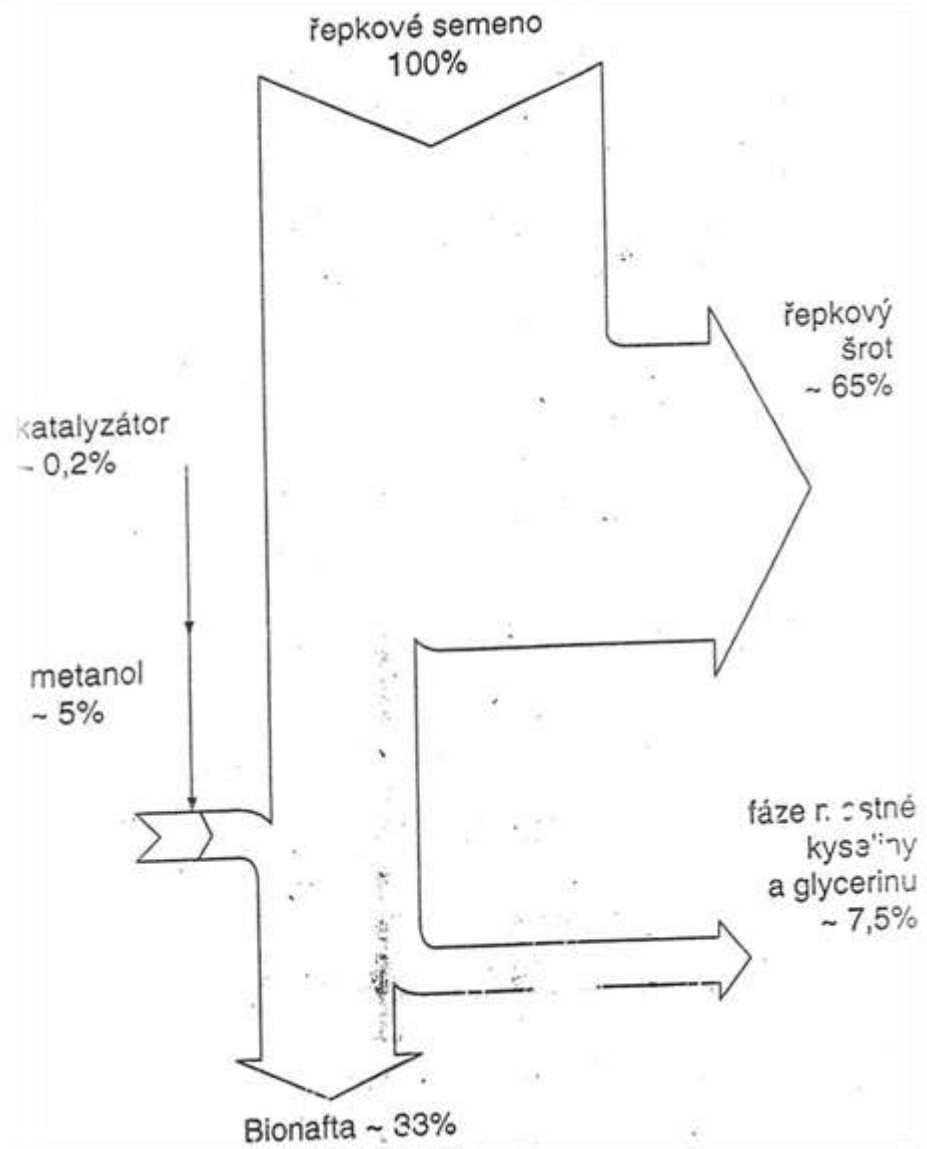


Schéma rozmístění jednotlivých částí dvoupalivového systému na traktoru Fendt 820 Greentec. 1 – Výměník tepla pro ohřev řepkového oleje, 2 – hrubý čistič řepkového oleje, 3 – ventil přepínání paliva, 4 – jemný čistič paliva, 5 – hrubý čistič paliva, 6 – palivová nádrž (nafta.)



PARAMETR			Motorová nafta	Řepkový olej rafinovaný	Metylester
kinematická viskozita při teplotě	-25 °C	mm ² .s ⁻¹	5 ÷ 30	300	
	0 °C		3 ÷ 14	180 ÷ 220	10
	20 °C		2 ÷ 8	65 ÷ 100	6.3 ÷ 8.1
	100 °C		0.7 ÷ 2	6 ÷ 8	1.7
cetanové číslo			45	35 ÷ 50	54 ÷ 55
spalné teplo		MJ.kg ⁻¹	45.3	39.6	39.1 ÷ 42.9
výhřevnost hmotnostní		MJ.kg ⁻¹	42.5	37.4	37.1 ÷ 40.7
výhřevnost objemová		MJ.l ⁻¹	35.2	34.4	32.7
měrná hmotnost		kg.dm ⁻³	0.8 ÷ 0.86	0.91 ÷ 0.94	0.87 ÷ 0.88
bod vzplanutí		°C	min. 55	300 ÷ 330	130
bod tuhnutí		°C	0 ÷ (-12)	0 ÷ (-18)	-7
molekulová hmotnost			200	850 ÷ 900	300

■ Výhody MEŘO

- obnovitelný zdroj energie
- snížení kouřivosti
- neobsahuje síru
- snížení obsahu CO a HC ve spalinách

■ Nevýhody MEŘO

- pokles výkonu asi o 4%
- zvýšení měrné spotřeby
- mírné zvýšení emisí NO_x
- zvýšená tvorba úsad v motoru – vznik látek polymerní povahy
- rychlejší znehodnocování motorového oleje
- agresivní chování vůči pryži



Bionafta 2. generace

Směsné palivo 31% MEŘO

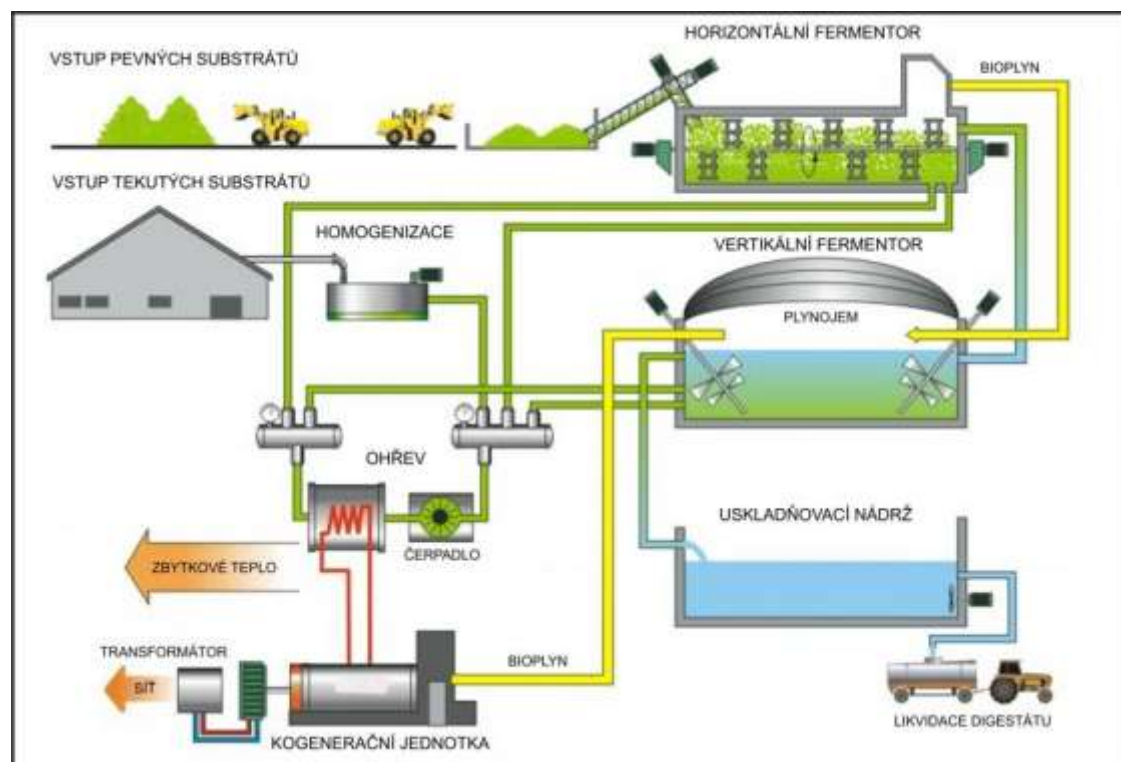
Bionafta druhé generace nemusí již dnes splňovat podmínku minimálně 90 procentní biologické odbouratelnosti během 21 dnů, čímž ztrácí důležitou ekologickou vlastnost. Naproti tomu však po přidání výše uvedených aditiv splňuje palivářské požadavky, včetně výkonu a měrné spotřeby vznětových motorů a dále také požadavky ekonomické.

- Výhody
 - obnovitelný zdroj energie
 - snížení kouřivosti motorů
 - snížení obsahu pevných částic ve spalinách
 - lepší biologická odbouratelnost (oproti motorové naftě)
- Nevýhody
 - mírné snížení výkonu motoru
 - mírné zvýšení měrné spotřeby
 - problémy s dlouhodobějším skladováním
 - agresivní chování vůči pryži

BIOPLYN

- Bioplyn představuje směs plynů, která obsahuje zpravidla až 75 % metanu CH_4 (hlavní zdroj výhřevnosti paliva), oxid uhličitý CO_2 a další plyny, např. dusík N_2 , vodík H_2 , sulfan H_2S ale také vodní páru [78,147].
- Výroba bioplynu probíhá při mikrobiálním rozkladu organických látek bez přítomnosti kyslíku jako soubor složitých, na sebe navazujících procesů. Chemické složení bioplynu značně záleží na podmínkách rozkladu a také na původu biomasy.
- Obecně lze říci, že v
- bioplynu tvoří majoritní
- podíl metan (CH_4) a oxid
- uhličitý (CO_2)..

Složka	Obsah (%)
Metan	40–75
Oxid uhličitý	25–55
Vodní pára	0–10
Dusík	0–5
Kyslík	0–2
Vodík	0–1
Čpavek	0–1
Sulfan	0–1



V rámci zemědělství se pro výrobu používá především kejda, siláž, senáž, sklizňové zbytky, pokrutiny z výroby řepkového oleje, zbytky z výroby bioetanolu nebo cukru atd. Průměrně lze z kejdy od jedné dojnice (550 kg) získat 1,7 m³ a od prasat ve výkrmu (70 kg) 0,2 m³ bioplynu za den. V současné době se využívá bioplyn jako palivo v kogeneračních jednotkách při výrobě elektřiny a tepla. Zemní plyn CNG se využívá jako alternativní palivo pro zážehové motory osobních nebo lehkých nákladních vozidel. U zážehových motorů se provádí poměrně jednoduchá přestavba palivového systému pro alternativní provoz na benzín nebo CNG.



Využití bioplynu pro pohon spalovacích motorů vyžaduje jeho úpravu, která spočívá v sušení (odstraňování vodní páry), čištění od mechanických nečistot, odsíření (odstraňování sulfanu H_2S) a zvyšování jeho výhřevností zvětšením koncentrace CH_4 na více než 90 % snížením podílu CO_2 .

Švédská norma SS 155438 požaduje pro využití bioplyn pro spalovací motory 97% CH_4 , norma SAE J1616 uvádí pro CNG minimálně 95%.

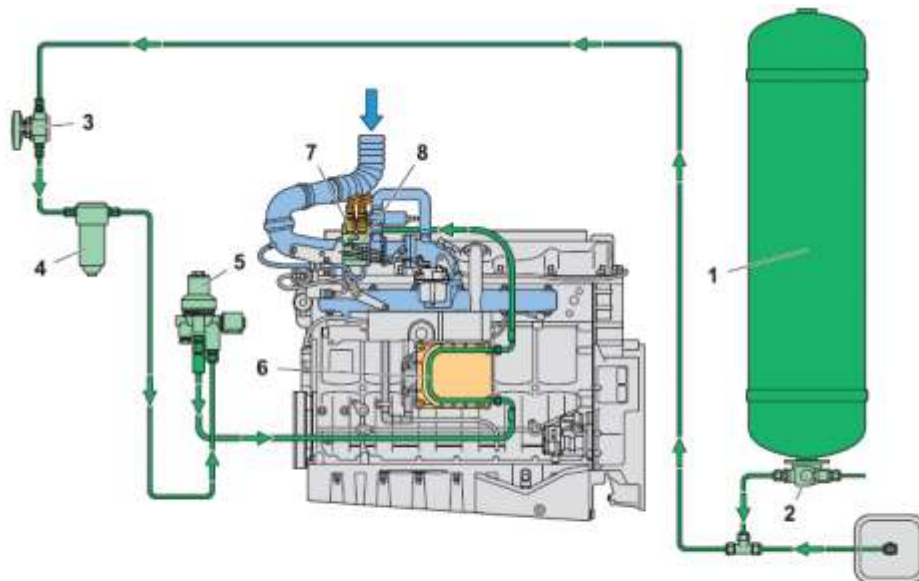
Motory vozidel s pohonem na CNG jsou většinou modifikované vznětové motory, dodávané přímo výrobcí. Neuplatňují se zde možnosti přestaveb jako u zážehových motorů osobních automobilů.

Při spalování metanu ve spalovacích motorech se snižuje podíl CO_2 ve spalinách o 20 až 25% v porovnání s motorovou naftou. Snížení je dáno jednodušší chemickou strukturou metanu (CH_4), podíl uhlíku a vodíku je příznivější než u nafty ($C_{15}H_{32}$).



Spotřeba motorové nafty při bivalentním provozu může klesnout až o 60 %, ve srovnání s provozem pouze na naftu.

Schéma palivové soustavy vznětového motoru upraveného na bivalentní provoz se spalováním CNG nebo bioplynu
 1-tlakový zásobník, 2-plnicí ventil, 3-uzavírací ventil, 4-filtr, 5-regulátor tlaku, 6-řídící jednotka, 7,8-dávkovací ventil



Výhody používání CNG, bioplynu

- nižší produkce emisí CO₂, CO a pevných částic,
- nižší náklady na palivo, příznivá cena CNG nebo bioplynu
- menší závislost na motorové naftě, vyšší soběstačnost při vlastní produkci bioplynu,
- není třeba sledovat teploty provozních náplní, aby se mohl použít plyn,
- nedochází k ředění motorového oleje, nesnižuje se interval výměny oleje,
- bezproblémový přechod z bivalentního provozu na naftu.

Nevýhody používání CNG, bioplynu

- nutnost vybavit spalovací motor komponenty pro provoz na plyn,
- v případě použití bioplynu je nutné investovat do technologií pro „čištění plynu“,
- nutnost doplnění tlakových nádob na plyn,
- nelze využít čelní TBZ, kde jsou zpravidla umístěny tlakové lahve na plyn.

Etanol – kvasný líc



- Výroba fermentací – kvašení cukernatých roztoků a následnou destilací
- Na 1 l asi 2,8 kg obilí a 10kg cukrové řepy
- Směšovací poměr 9 : 1
- Vyšší oktanové číslo (106)– vyšší kompresní poměr
- Výhřevnost 26,9 MJ/kg
- Velké výparné teplo (příznivé ovlivnění naplnění válce motoru – odpaření v průběhu plnicího a kompresního zdvihu – snížení teploty)



Výroba etanolu jako paliva

- » Etanol, běžně zvaný lih, můžeme získat z rostlin rozkladem jejich tkání enzymy, zkvašením a destilací.
- » Lze ho získat z kukuřice anebo částí těl jiných rostlin, pokud obsahují škrob nebo cukr, tedy pšenice, ječmene, sójových bobů, cukrové třtiny či řepy, kasavy anebo brambor.
- » Jako surovinu můžeme užít i rostlinných těl s obsahem celulózy, například prosa.

- 1 Mletí:** Zrní nejprve projde kladívkovou drtičkou, kde se nejmenno rozmělní.
- 2 Zkapalňování:** Rozmělněné zrní se s vodou rozetře na kaši zvanou rmut. Přidá se enzym alfa-amyláza. Směs pak prochází kotlem, kde se ohřeje na vysokou teplotu, aby se vydeinfikovala a škrob unikl z buněk a rozpustil se.

- 3 Zcukernatění:** Rmut se ochladí a přidá se další enzym glukoamyláza, jež rozštěpí polysacharid škrob na jednotlivé molekuly cukru glukózy.

- 4 Kvašení:** Přidají se kvasnice a započne přeměna cukru na etanol a oxid uhličitý. Prokvašení trvá 40 až 50 hodin.

- 5 Destilace:** Zralý kvas obsahuje kolem 10 procent alkoholu. Předestilováním se zkoncentruje na 90 procent. Nepředestilovaný zbytek (výpalky), který obsahuje hlavně vodu, nezkvasitelné zbytky rostlin a vlastní kvasinky, se odvádí k dalšímu zpracování.

- 6 Odvodnění:** Zbytky vody se z alkoholu odstraní na molekulárních sítích, což jsou látky s velmi malými póry, které silně pohlcují nevelké molekuly plynů a kapalin. Získáme tak bezvodý stoprocentní etanol.

- 7 Mísení:** Bezvodý etanol se mísí s benzinem, čímž vznikají různé typy motorových paliv. Od E10, jež obsahuje 10 procent etanolu a 90 procent benzínu, až po E85 složeného z 85 procent etanolu a 15 procent benzínu.

- 8 Vedlejší produkty:** Z výpalků se vyrábí krmivo pro dobytek bohaté na bílkoviny. Zachycený oxid uhličitý se stlačuje a prodává podnikům potravinářského průmyslu, třeba na sycení sodovek.

E85
85% Ethanol

■ Výhody

- Dokonalejší a rychlejší spalování (jednodušší struktura)
- snížení emisí CO, HC, PM a NO_x
- tvorba pracovních příležitostí v zemědělství
- možnost tvorby směsných paliv s benzínem a naftou

■ Nevýhody

- korozní účinky na palivovou soustavu
- agresivní chování vůči plastickým hmotám
- výpary negativně ovlivňují schopnost řízení vozidla
- zhoršení startovatelnosti při nízkých teplotách (zápalná teplota - 425°C)
- zvýšení emisí aldehydů ve spalinách
- nutnost použití aditiv zlepšující mazací vlastnosti
- vyšší spotřeba z důsledku nižší výhřevnosti

Metanol

- výroba ze zemního plynu, zplyněním uhlí, z biomasy (destilací z dřevního odpadu)
- vznětové motory doplněny pomocným zapalováním
- vysoké oktanové číslo (105)
- snížení emisí
- stechiometrická směs 6,5 : 1
- použití jako směsné nebo čisté palivo
- výhřevnost 19,7 MJ/kg



	Snížení emisí
NOx	65%
CO	95%
HC	95%
PT	100%

■ Výhody

- spolehlivé a široce využívané výrobní technologie
- širší potenciál vstupních surovin
- nižší výrobní náklady (oproti etanolu)
- vyšší oktanové číslo (vyšší účinnost motoru)
- vyšší účinnost spalování
- nižší emise škodlivých látek
- vyšší bezpečnost při nehodě (nižší teplota hoření)

■ Nevýhody

- formaldehydový zápach při studeném startu (odstraněno katalyzátorem)
- nižší energetická hustota – vysoká spotřeba
- toxický, korozivní, vyšší zápalná teplota
- vyšší výrobní cena (2x proti benzínu)
- odstraňuje olejový film



	Etanol	Metanol	MTBE	ETBE	Autobenzin olovnatý	Řepkový olej	MEŘO ⁴⁾	EEŘO ³⁾	Motorová nafta
Kyslík (% hm.)	34,7	49,9	18,2	15,7	–	11,4	11,4	10,9	–
Hustota (kg.l ⁻¹)	0,79	0,79	0,74	0,74	0,76	0,91	0,88	0,88	0,82
Výhřevnost (MJ.kg ⁻¹)	29,4	21,3	32,5	36,0	42,7	37,6	37,1	37,4	42,5
Výhřevnost (MJ.l ⁻¹)	23,2	16,8	24,1	26,6	32,5	34,2	32,7	32,9	34,9
Oktanové č. MON ¹⁾	97	99	101	102	85	–	–	–	–
Oktanové č. RON ²⁾	117	115	115	118	95	–	–	–	–
Cetanové č. CN	<10	<10	–	–	–	42	54	58	52
Obsah bioetanolu (%)	100	0	0	45	–	0	0	15,8	0

¹⁾MON – Motor Octane Number

²⁾RON – Research Octane Number

³⁾EEŘO – etylester řepkového oleje, obdoba známějšího MEŘO

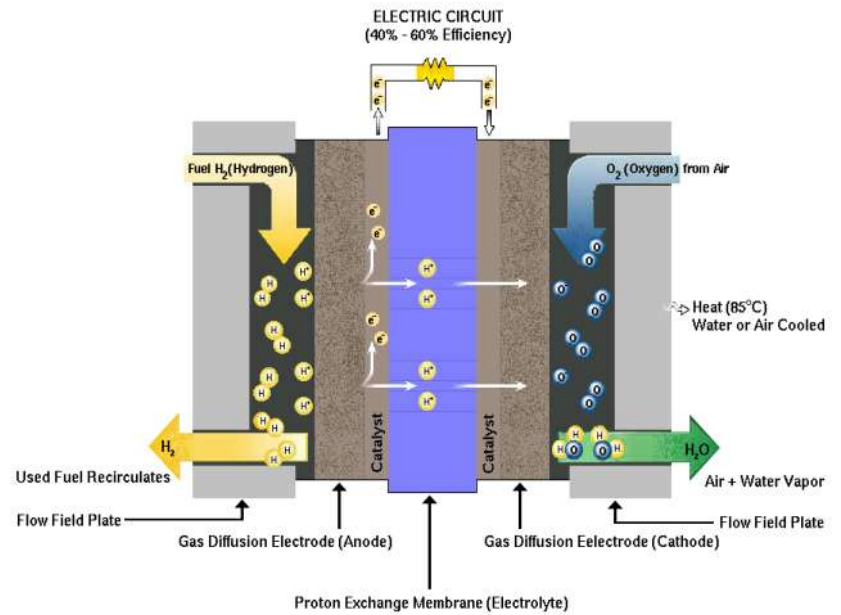
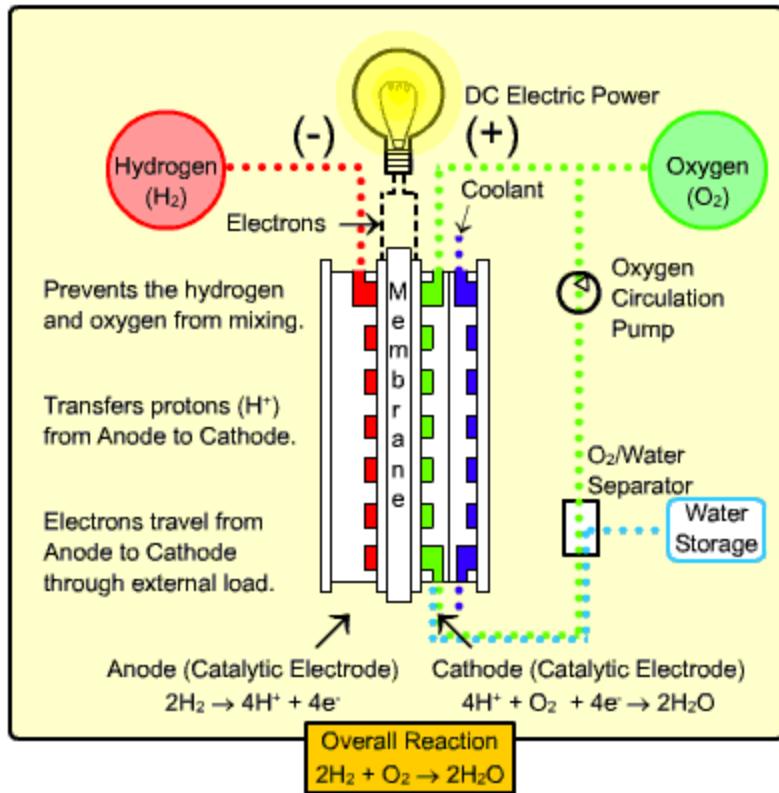
⁴⁾MEŘO – metylesteru řepkového oleje

Vodík

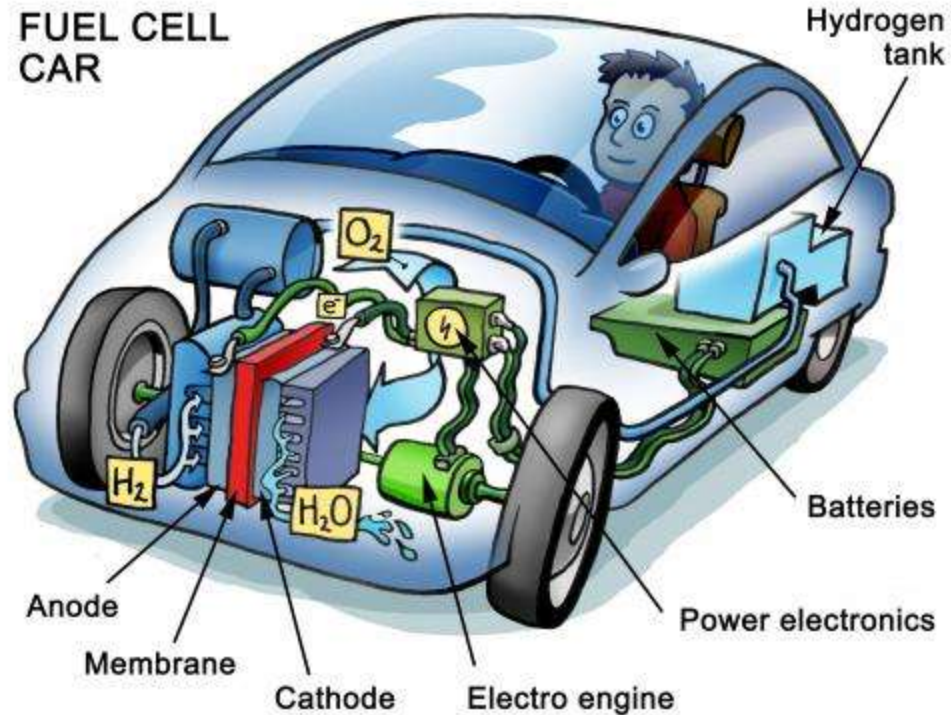
- Akumulátor energie
- Uchování kryogenních nádrží (-253°C)
- Energetická hustota 5 kWh/kg X benzín 10kWh/kg
- Výroba
 - Štěpení uhlovodíků
 - (ropa, zemní plyn)
 - Elektrolýza vody

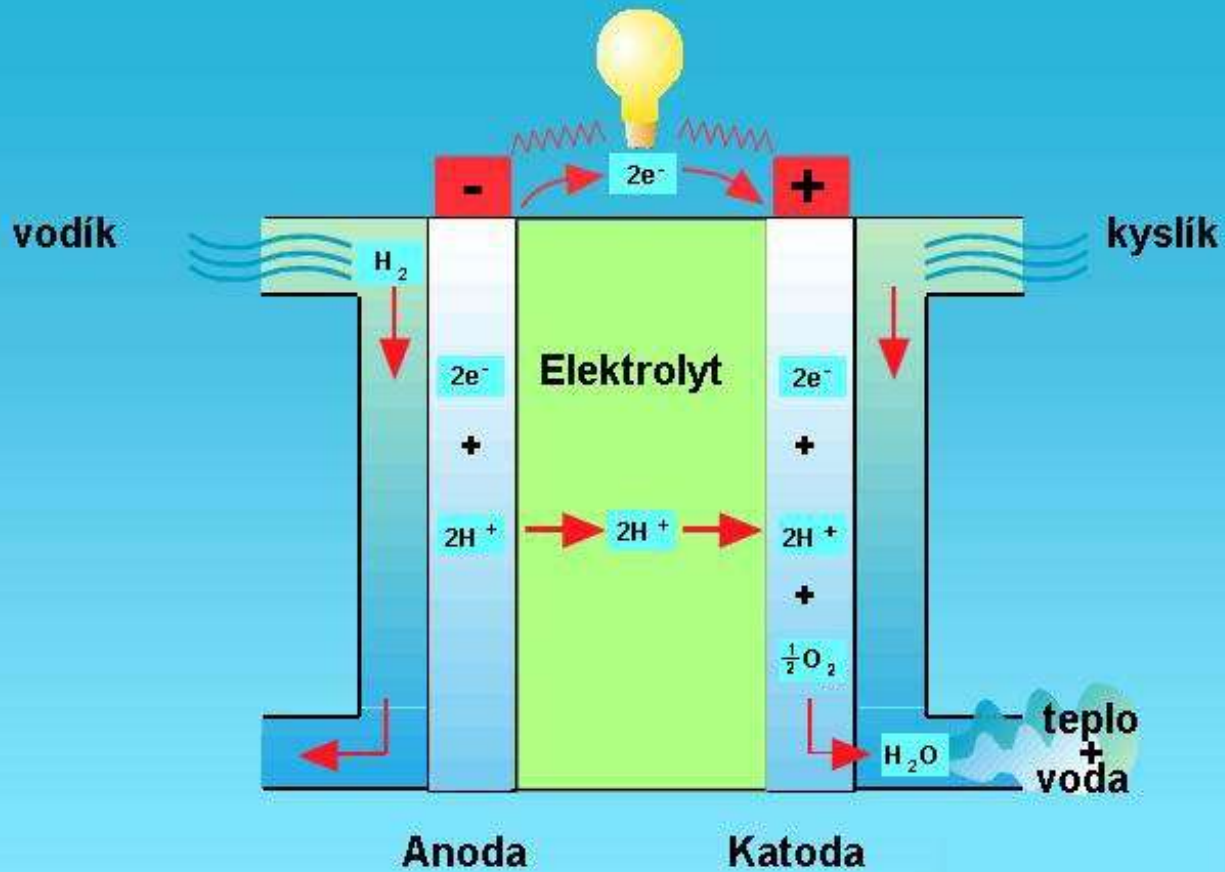
- Opel Zafira, 200 palivových článků, trvalý výkon 80 kW/109 k a maximální výkon 120 W/163 k





FUEL CELL CAR





■ Výhody

- jediným škodlivým produktem spalování jsou NOx
- nízká spotřeba při částečném zatížení
- obnovitelný zdroj energie

■ Nevýhody

- nákladná výroba
- menší měrný výkon motoru
- těžká a objemná palivová nádrž
- vodík ve směsi se vzduchem silně výbušný



DĚKUJI ZA POZORNOST