

Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva

Tradiční fosilní paliva (**benzin, nafta**) mají s plynnými palivy (**LPG, CNG**) i s biopalivy několik společných vlastností. Všechna tato paliva lze spalovat v konvečních vznětových nebo zážehových motorech a to buď přímo, nebo jenom s drobnou úpravou motoru. Tím je velmi usnadněn přechod mezi jednotlivými palivy a tak se mohou stát plynná paliva a biopaliva „mostem“ mezi fosilními kapalnými palivy a novými technologiemi jako jsou vodíkové motory a elektromotory.

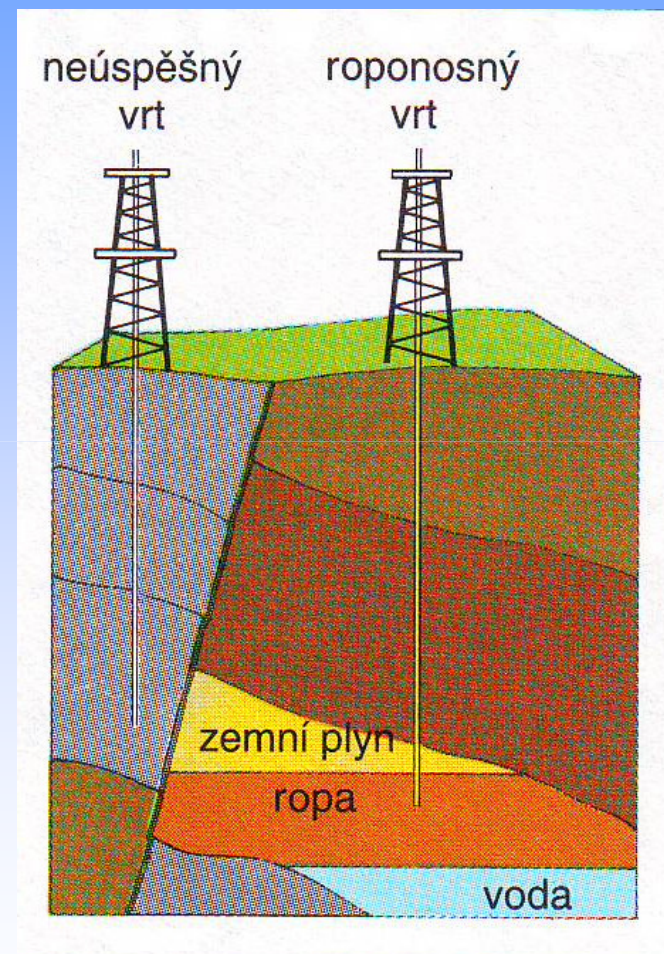
Kapalná fosilní paliva

Požadavky na motorová paliva:

- vysoká výhřevnost,
- žádný nebo nepatrný obsah nespalitelných podílů,
- nekorozivnost, tj. možnost skladování a dopravy v nádobách z běžných materiálů,
- necitlivost na okolní vlivy, jako teplota a vlhkost,
- žádná nebo nízká fyziologická agresivita,
- dostupnost při co nejnižších výrobních nákladech.

Ropa a zemní plyn

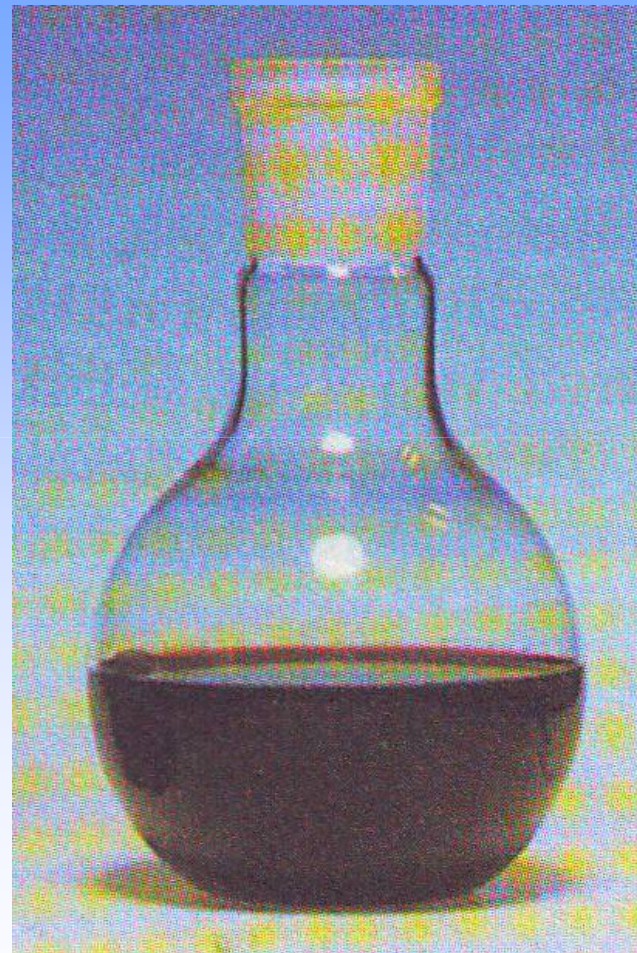
Ropa vznikla z odumřelých organismů za nepřístupu vzduchu a tlaku nadložných vrstev v průběhu milionů let. Často je doprovázena zemním plynem.



Ropa = směs uhlovodíků

Obsahuje převážně
sloučeniny uhlíku a
vodíku – **uhlovodíky**.

Je to hnědá až černá
olejovitá kapalina, její
složení se liší podle
naleziště.



Zpracování ropy

Frakční destilace ropy

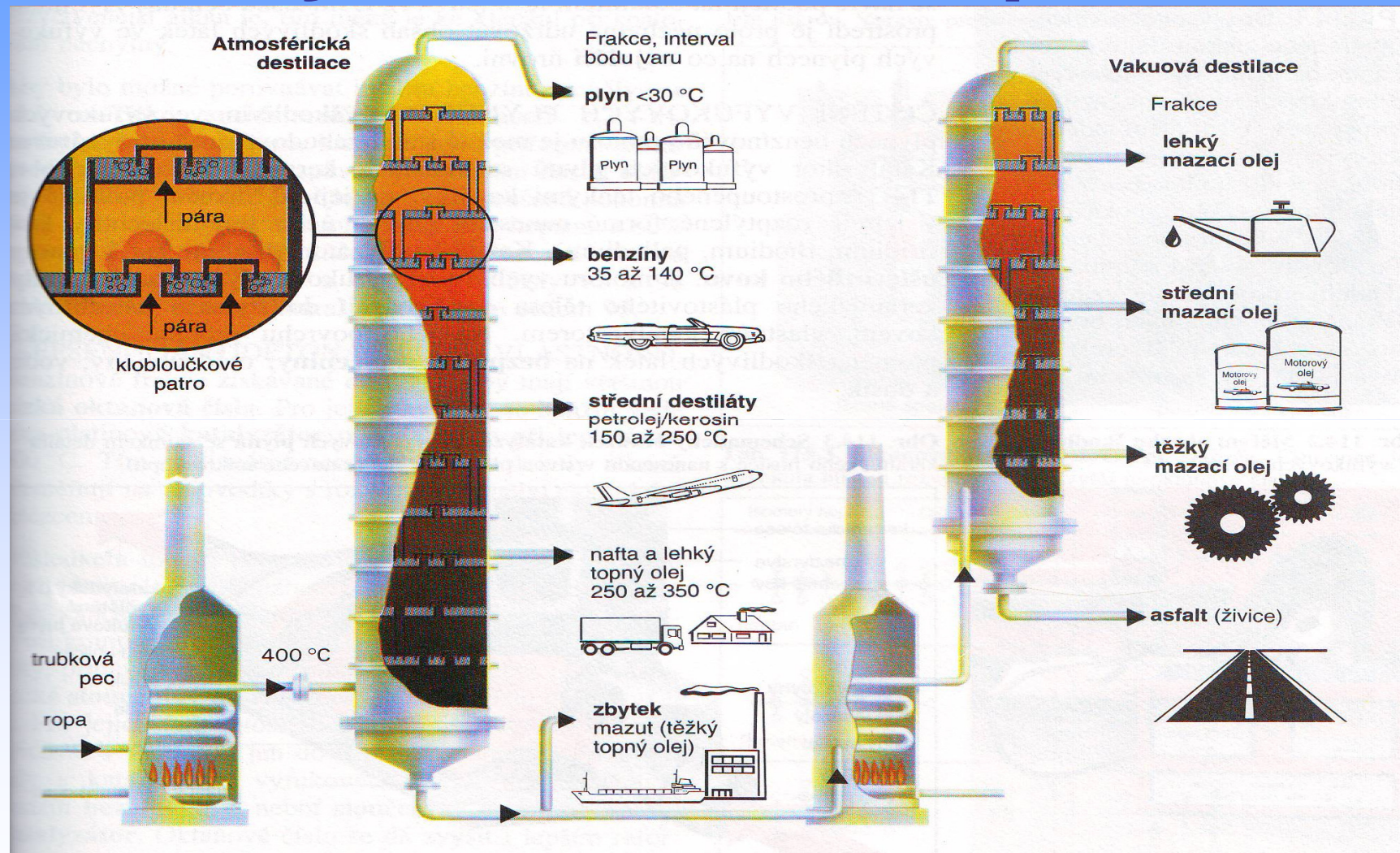
V destilační koloně se oddělují frakce ropy, které mají blízkou teplotu varu.



Hlavní produkty frakční destilace ropy (za atmosférického tlaku):

- **uhlovodíkové plyny** (např. směs propan- butan) – užívají se jako palivo nebo chemická surovina
- **benzín** – palivo do zážehových motorů, rozpouštědlo
- **petrolej** – palivo do letadel, rozpouštědlo, výroba benzínu apod.
- **plynový olej** – ve směsi s petrolejem (motorová nafta) jako palivo pro Diesellové motory, jako topná nafta
- **mazut** – k topení (teplárny, lodě) nebo další destilaci za sníženého tlaku

Výroba fosilních paliv



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

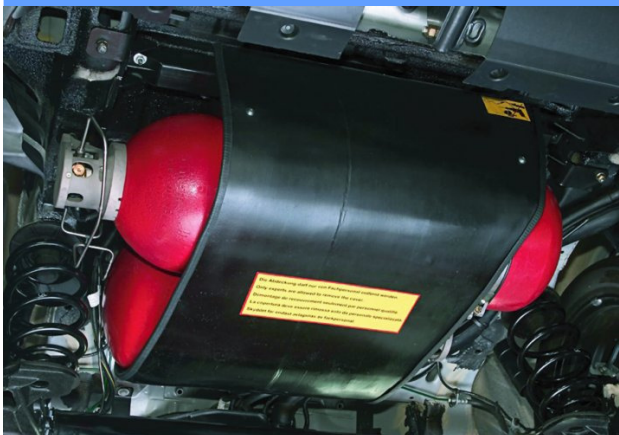


ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

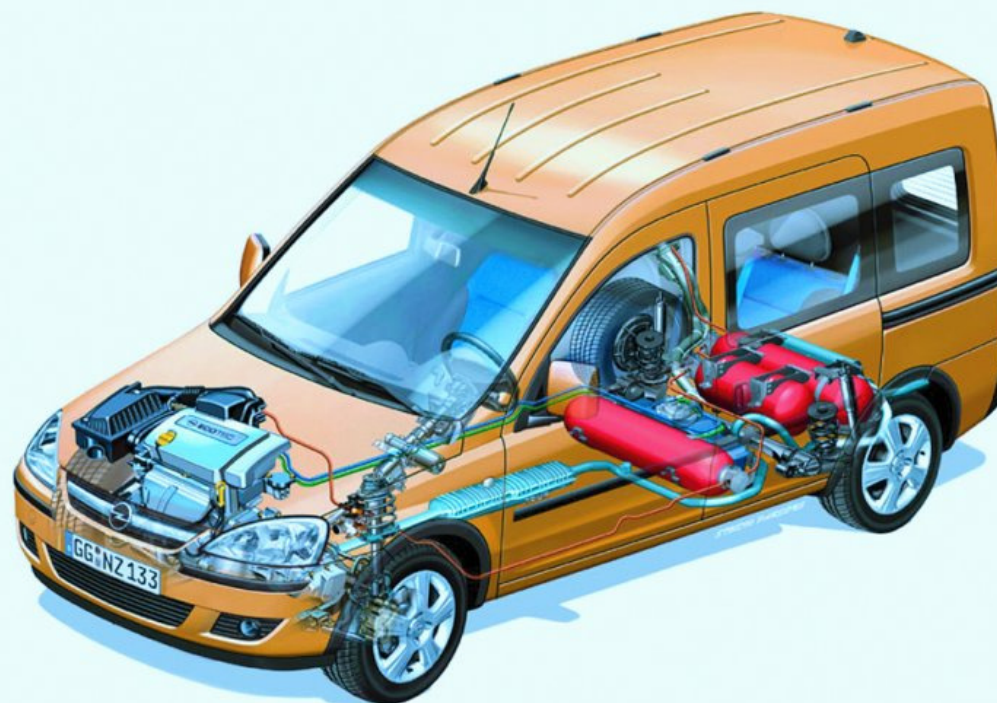
Vakuová destilace ropy

Mazut je směs uhlovodíků s vysokým bodem varu (nad 360°C), destilací za sníženého tlaku se získávají:

- **minerální oleje** (mazadla do strojů, parafín, vazelína...)
- **asfalt** (úprava povrchu vozovek, izolační materiál ve stavebnictví)



Plynná paliva



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

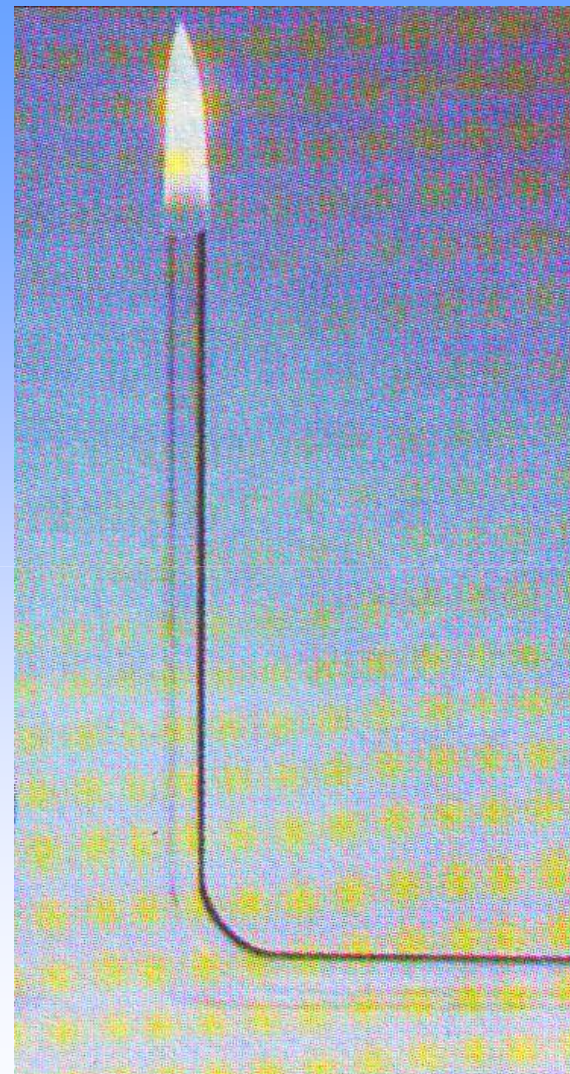


ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Plynná paliva

Druhy

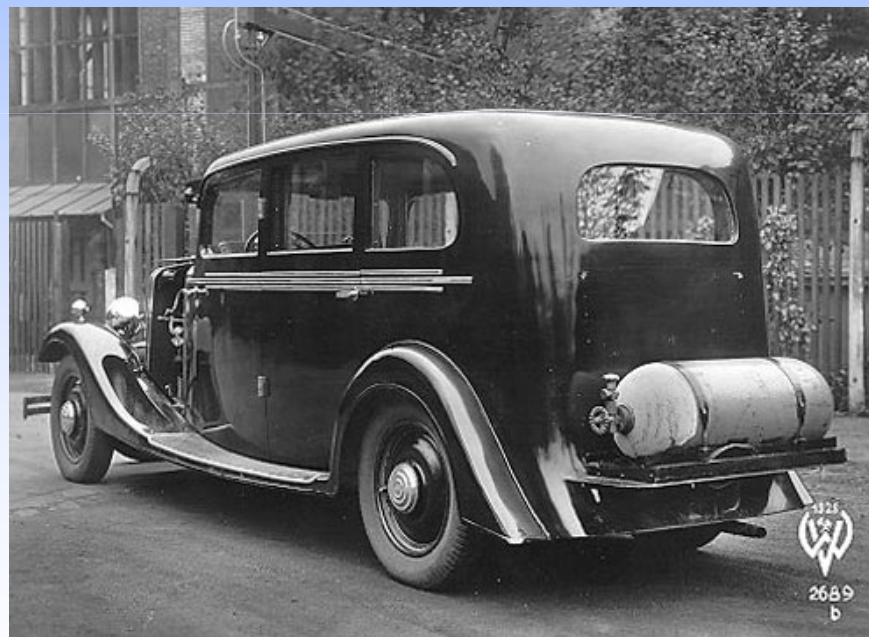
- Bioplyn (biometan)
- Stlačený zemní plyn (Compressed Natural Gas – CNG)
- Zkapalněný zemní plyn (Liquefied Natural Gas - LNG)
- Ropný plyn (LPG)



ZEMNÍ PLYN

V českých zemích začalo využívání plynu v dopravě v roce 1936. Konkrétně se jednalo o používání stlačeného svítiplynu k pohonu automobilů, autobusů a traktorů. Vítkovické železárny jako první vyráběly kompresní tankovací stanice a provozovaly na svítiplyn vlastní nákladní vozy. Zemní plyn se opět jako pohonná hmota začal v České republice uplatňovat od roku 1981, kdy byla provedena první přestavba vozidla na zemní plyn.

Český osobní automobil Wikov
30. léta 20. století



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

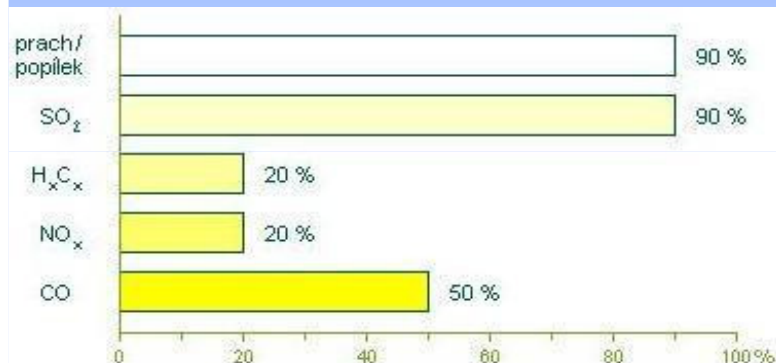
CNG (Compressed Natural Gas)

- **Výhody**

Vozidla na zemní plyn produkují méně škodlivin než vozidla s klasickým pohonem.

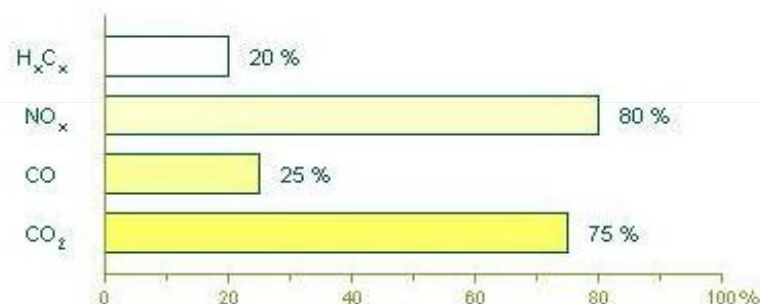
Vozidla na zemní plyn jsou bezpečnější

- zemní plyn je, oproti kapalným palivům (benzínu, naftě, LPG), lehčí než vzduch
- zápalná teplota zemního plynu je oproti benzínu dvojnásobná



Snížení emisí – zemní plyn / nafta

- Částečky (prach/popílek) úplná eliminace
- Oxid siřičitý (SO₂) úplná eliminace
- Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x) o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- Oxidy dusíku (NO_x) o 80 % méně oxidů dusíku
- Oxid uhelnatý (CO) o 50 % méně oxidu uhelnatého



Snížení emisí – zemní plyn / benzín

- Reaktivní uhlovodíky (H_xC_x) o 80 % méně reaktivních uhlovodíků
- Oxidy dusíku (NO_x) o 20 % méně oxidů dusíku
- Oxid uhelnatý (CO) o 75 % méně oxidu uhelnatého
- Oxid uhličitý (CO₂) o 25 % méně oxidu uhličitého

Nevýhody

- přestavby vozidel na plyn zvyšují cenu vozidla
- nutnost pravidelných kontrol plynových zástaveb
- zmenšení zavazadlového prostoru nebo užitného prostoru o prostor
- zvýšení celkové hmotnosti automobilu a tím snížení povolené hmotnosti užitečné
- zpřísněná bezpečnostní opatření (garážování, opravy ...)
- snížení výkonu motoru (o cca 5–10 %) u přestavovaných vozidel
- největší nevýhodou je malá infrastruktura čerpacích stanic (pouze 25 v celé ČR, stav k lednu 2010)

Plnicí stanice CNG

Česká republika



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

LNG

LNG je zkratka pro zkapalněný zemní plyn (Liquefied Natural Gas). Ve zkapalněné formě se zemní plyn nevyskytuje. Je zkapalňován po vytěžení a je přepravován pomocí LNG tankerů. Nejvíce se používá jako palivo do autobusů a nákladních automobilů, kde ve velké míře snižuje škodlivost výfukových plynů dieselových motorů.



Vlastnosti

- ☐ 90-100% metan (se zbytky etanu, propanu, vyšších uhlovodíků a dusíku), který je zchlazen na -162°C při atmosférickém tlaku
- ☐ studená, namodralá, průzračná kapalina bez zápachu
- ☐ nekorozivní
- ☐ netoxická
- ☐ málo viskózní
- ☐ asi 600x menší objem než plynný zemní plyn
- ☐ hustota $0,4\text{-}0,42\text{ kg/m}^3$
- ☐ zápalná teplota 540°C

Výhody

- ☐ větší dojezd oproti CNG
- ☐ čisté palivo s minimem škodlivých emisí
- ☐ vysoká hustota energie
- ☐ nepříliš těžká palivová nádrž
- ☐ bezpečnější provoz
- ☐ více místa v úložném prostoru oproti CNG

Nevýhody

- ☐ uchovávání za velmi nízkých teplot
- ☐ odpar z nádrže při delším odstavení vozidla
- ☐ složitější a nákladnější technologie oprati CNG
- ☐ jiná technologie plnění vozidel a s tím spojená rizika

ROPNÝ PLYN LPG

Zkratka LPG (Liquefied Petroleum Gas) znamená zkapalněný ropný plyn. Chemicky se jedná o směs propanu a butanu, jednoduchých uhlovodíků se třemi resp. čtyřmi atomy uhlíku v řetězci s jednoduchými vazbami, dvou plynů s blízkými vlastnostmi. V surové ropě je tato směs plynů obsažena v množství asi 0,5 % až 2 % podle ložiska, vzájemný poměr jejich množství podle naleziště rovněž kolísá.

Výhody

- ☐ klesají náklady na pohonné hmoty téměř na polovinu
- ☐ prodlužuje se životnost oleje a tím výměnná lhůta
- ☐ nevytvářejí se karbonové usazeniny jako při spalování benzínu
- ☐ chod motoru na plyn je tišší a klidnější
- ☐ zamezení zcizení pohonných hmot
- ☐ zachován je i provoz na benzín, což značně prodlouží akční rádius (dvě plné nádrže zvětší dojezd vozidla)
- ☐ při spalování plynu jsou nižší emisní hodnoty než u benzínu a nafty
- ☐ zvýšená je i stabilita vozů u klasické koncepce (motor vpředu a pohon zadních kol)
- ☐ dostatečně hustá síť čerpacích stanic LPG v ČR i Evropě
- ☐ vyšší bezpečnost plynového zařízení při havárii vozidla oproti benzínu

Nevýhody

- ☐ počáteční investice při instalaci
- ☐ zmenšení zavazadlového prostoru (dnes se z 99% používají nádrže místo rezervního kola)
- ☐ snížení výkonu motoru (asi 5%)
- ☐ zvýšení spotřeby paliva (asi 10%)

Pohled do budoucnosti – technologie Shell GTL

- GTL (Gas to Liquid) je souhrnný termín pro různé technologie, které přeměňují zemní plyn na tekuté uhlovodíky (paliva a maziva)
- GTL se syntetizuje ze zemního plynu pomocí patentovaného procesu
- Výsledný produkt má vysokou čistotu, nulový obsah síry a vysoké cetanové číslo
- Výstavba největšího závodu na GTL na světě sídlí v Kataru



BIOPALIVA

- bioethanol
- bionafta
- bioplyn
- biometanol
- biodimetyléter
- bio-ETBE
- bio-MTBE



BIOPALIVA

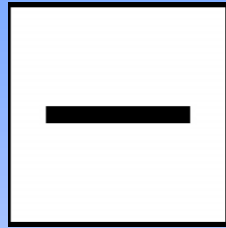
- Získávají se z rostlinné biomasy cíleně pěstované pro energetické účely



BIOPALIVA

- Podpora Evropské unie
- Povinnost přidávat k palivům z fosilních zdrojů
 - nafta 6,4%
 - benzín 4,2%
- Návrh EU – do r. 2020 podíl biopaliv 10%

Biopaliva – ano či ne?



- Pěstování plodin přetváří krajinu v zemědělskou půdu
- Vyšší produkce CO₂
- Zabírání půdy potřebné k produkci potravin

Biopaliva – ano či ne?

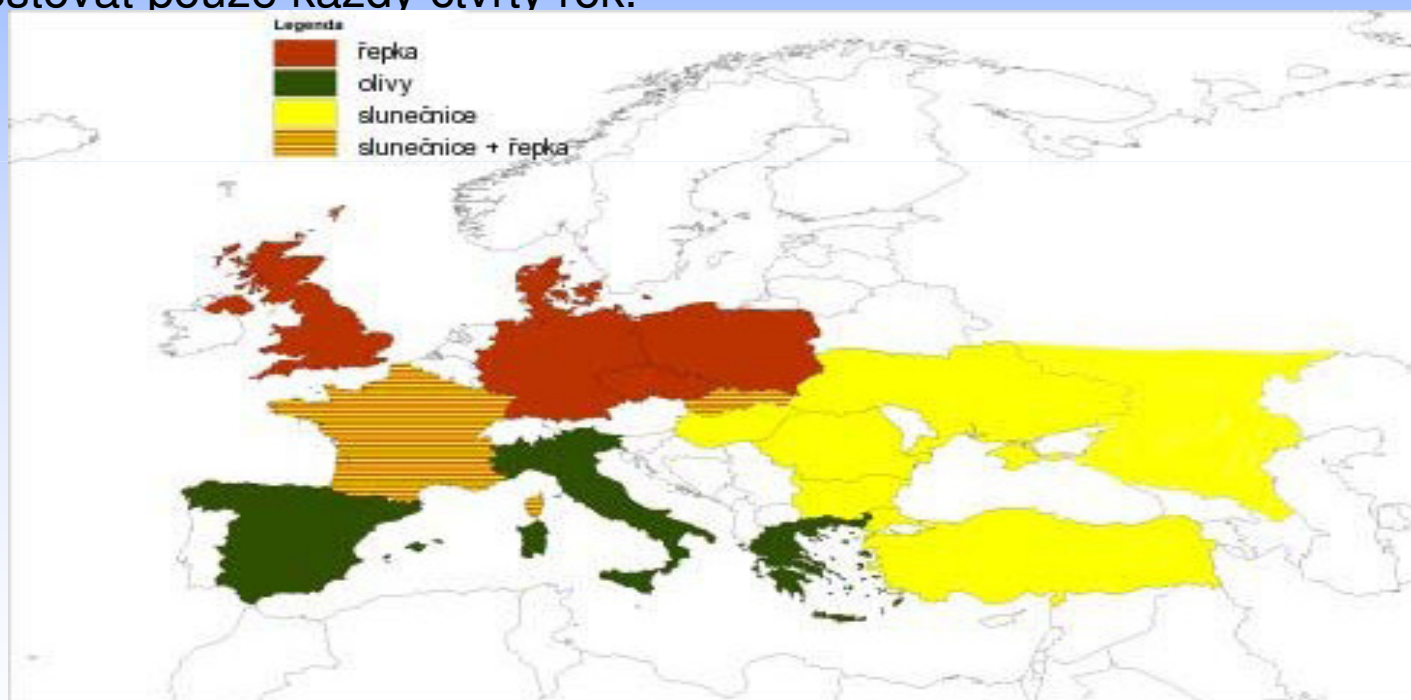
- **Biopaliva první generace**
 - vyrábí se z rostlin cíleně pěstovaných pro výrobu biopaliv
- **Biopaliva druhé generace**
 - vyrábí z odpadní biomasy (zbytky při sklizni či zpracování zemědělských plodin nebo dřeva)
- **Biopaliva třetí generace**
 - ve vývoji
 - rychle rostoucí řasy

Bionafta

- obsahuje příměsi rostlinných olejů vyskytujících se v semenech různých rostlin
- řepkový olej, sezamový, bavlníkový, ricinový, kokosový,...
- Čistý řepkový olej ➡ nutná úprava motorů
➡ převádí se na methylester (menší molekuly)

Výroba

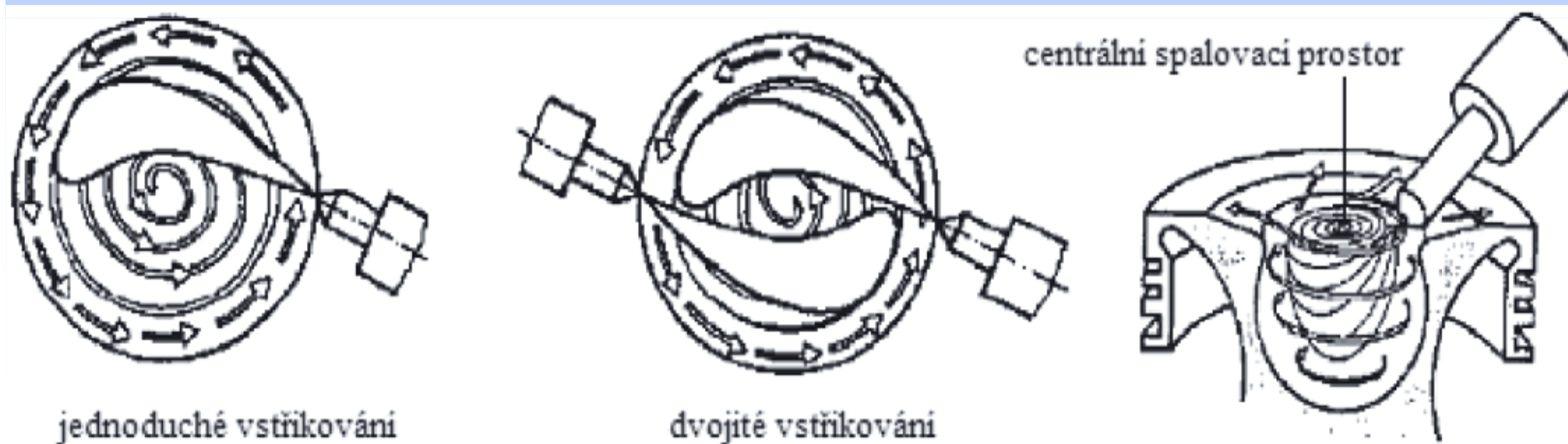
Bionaftu lze vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje (řepkový, slunečnicový, sojový, použité fritovací oleje ...) chemickými reakcemi, tzv. esterifikací, kdy se mísí vylišovaný olej s metanolem za “spolupráce” dalších katalyzátorů, např. hydroxidu sodného. V České republice se nejčastěji používá olej získaný z řepky olejné. Řepka je náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje hodně živin, a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

BIONAFTA

Od sedmdesátých let minulého století je zkoumána možnost využití řepkového oleje pro pohon vznětových motorů. Ukázalo se, že pohon na řepkový olej u běžných naftových motorů není možný. Je tedy nutno naftový motor pro pohon řepkovým olejem přestavět, např. na duotermický motor Elsbethův, nebo přepracovat řepkový olej a metylester (MEŘO).



Rozdělení



- **Bionafta** - metylestery mastných kyselin, samostatně jako 96,5% palivo (EN 14214)
- **Směsná motorová nafta** (obsah MEMK nad 31%) podle ČSN 65 6508
- **Motorová nafta** – od 1.9. 2007 podíl MEMK do 5% objemu podle ČSN EN 590. Povinný obsah MEMK z celkově prodaného objemu minimálně 6,4%

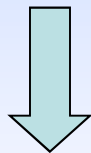


**Snaha o zvýšení podílu v motorové naftě
naráží na nesouhlas výrobců automobilů...**

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

Bionafta

- **Negativa methylesteru řepkového oleje:**
 - více poškozuje gumové součásti v motoru a palivovém systému
 - bod tuhnutí je -8°C
 - nižší výkon kvůli nižší výhřevnosti



- Používá se ve směsi s normální naftou

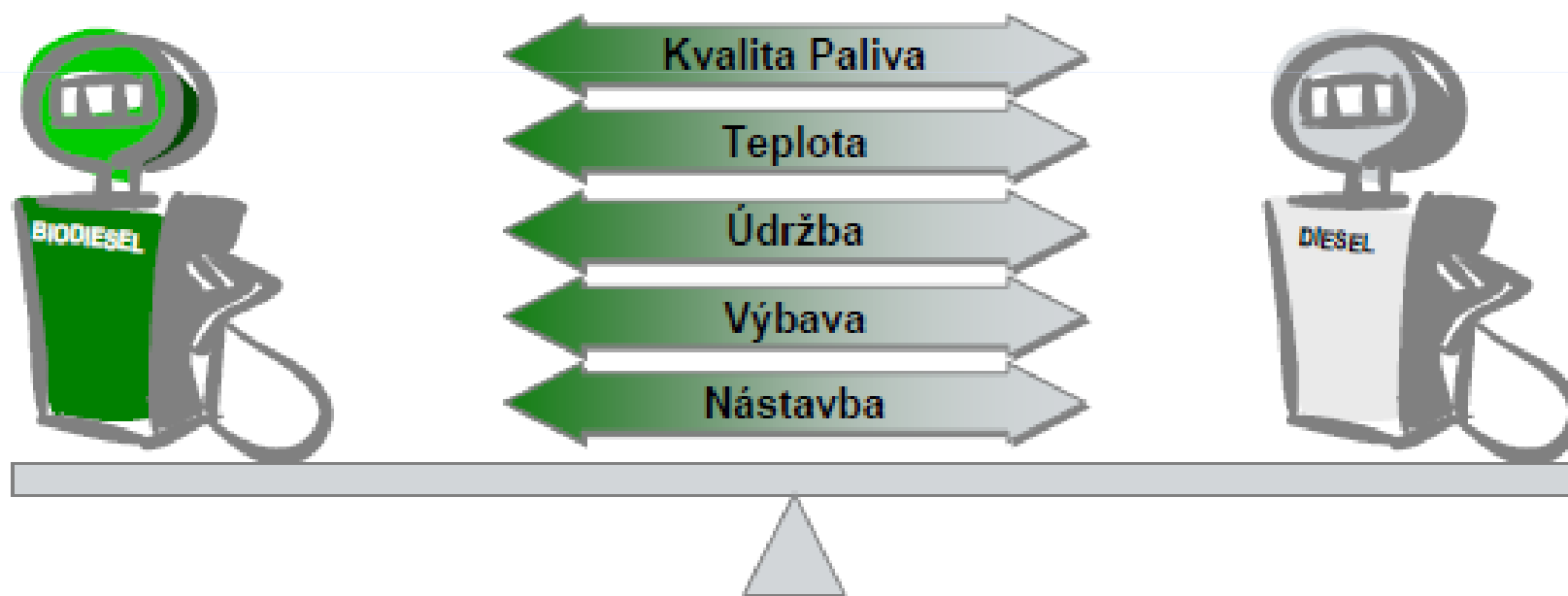
Bionafta – výhody používání

- bionafta při spálení v motoru hoří lépe než normální nafta
- motor má tišší chod
- menší emise
- menší kouřivost
- nižší opotřebení motoru, díky vysoké mazací schopnosti prodlužuje životnost vstřikovacích jednotek

Požadavky pro provoz na bionaftu

Např. Scania schvaluje naftu EN590, bionaftu EN14214 nebo mix těchto dvou

V reálu jsou dvě možnosti: méně než 7% nebo více než 7% bionafty.

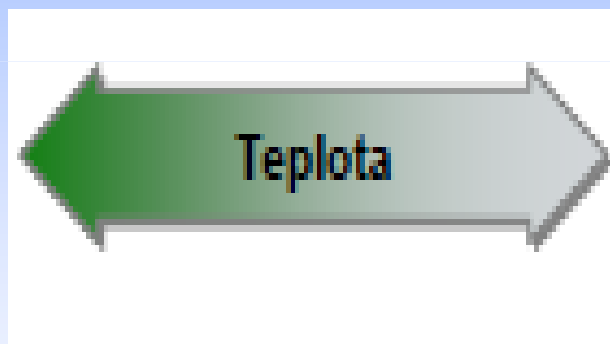


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

Požadavky pro provoz na bionaftu

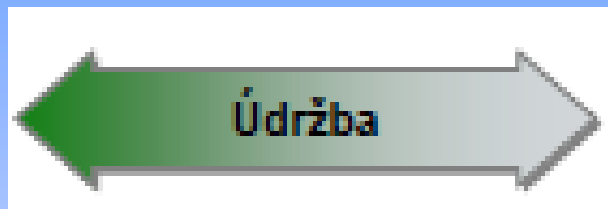


- Standard EN14214!
- Pracujte se zkušenými dodavateli paliva!!!!

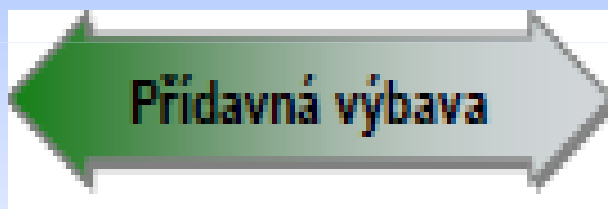


- Provoz je horší při teplotách pod +10°C.
- Pokud teploty klesnou pod 0°C je nutný přechod na normální naftu.
- Používejte motory s upraveným předehřevem paliva.

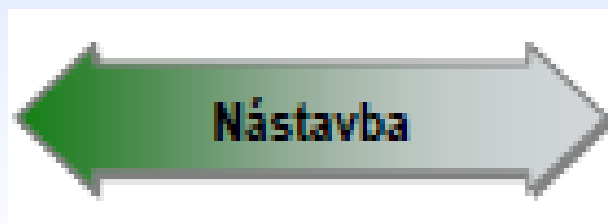
Požadavky pro provoz na bionaftu



- Interval výměny oleje může být ovlivněný a prodloužený servisní interval není možný.
- Palivové i olejové filtry musí být měněny v souladu se servisním manuálem



- Musíte zajisti, aby i ostatní příslušenství mohlo fungovat na bionaftu.
- Topení Eberspächer a Webasto na bionaftu nepracuje, je nutné použít zvláštní nádrž.



- Nástavbáři musí použít materiály odolné Bionaftě.
- Vždy když je to možné používejte pouze díly doporučené výrobcem

Údržba – ukázka rozdílů v servisním intervalu

Příklad 1 (XPI): DC13 10 440 hp (typ provozu 1)

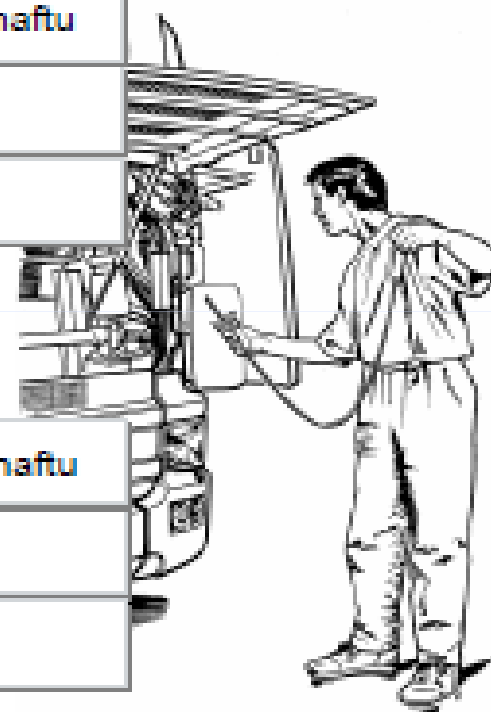
	Nafta(normalní interval)	Úprava pro bionaftu
Motorový olej, filtr	60,000 km	60,000 km*
Palivový filtr	60,000 km	30,000 km

*Při použití Scania LDF2

Příklad 2 (HPI): DC12 15 420 hp (typ provozu 1)

	Nafta(normalní interval)	Úprava pro bionaftu
Motorový olej, filtr	45,000 km	20,000 km*
Palivový filtr	60,000 km	20,000 km*

*Nebo jednou za rok



Doporučení

- Bionafta je výborné alternativní palivo pro mnoho druhů provozu, ale **pozor**,
- nemůžeme ho doporučit **všem zákazníkům!**

Doporučené pro:

- Zákazníky s vysokými ekologickými požadavky a závazky.
- Zákazníky kteří mají požadavek na toto palivo už v poptávce přepravy.



Nedoporučujeme pro:

- Vozidla v pohotovostním režimu, jako například záchranná a pohotovostní vozidla
- Vozidla která mají odstávky delší než dva měsíce
- Vozidla s malým odběrem paliva (málo používaná)



ALKOHOLY

Alkoholy nižších skupin mají obdobné vlastnosti jako paliva konvenční-ropná, benzin a nafta. Použití alkoholů jako paliva vyžaduje konstrukční úpravy stávajících motorů. Při použití alkoholových paliv je nutné používat aditiva zlepšující mazací vlastnosti. U alkoholů lze zvýšit kompresní poměr zážehových motorů díky vysoké antidetonační odolnosti. Při tvorbě směsi dochází k vnitřnímu ochlazování díky vysokému výparnému teplu a tím k výrazně lepšímu plnění válců. Výhřevnost alkoholů je sice nižší než u benzínu, ale spalování je rychlejší a dokonalejší. Nevýhodou je jejich schopnost vázat vodu způsobující korozi a v případě směsného paliva benzin-alkohol způsobuje voda separaci frakcí benzínu a degradaci paliva.

Nejvýznamnějšími zástupci alkoholů vhodných pro spalovací motory jsou metanol(metylalkohol, karbinol, dřevný líh, CH_3OH) a etanol (etylalkohol, alkohol, líh, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)

Metanol

Výroba metanolu ze dřeva je ve světa známá již velmi dlouho. Metanol však často vystupoval pouze jako vedlejší produkt při výrobě dřevěného uhlí, a to s velmi malým výtěžkem. Dnes je situace jiná. Dřevěné uhlí postupně ztratilo na významu a metanol se stal pro motorová vozidla důležitým palivem

Výhody

- ☐ palivo neobsahuje síru
- ☐ vysoká energetická hustota-vyšší účinnost spalování v motoru
- ☐ vyšší oktanové číslo oproti benzínu (105)
- ☐ výrobní technologie (odzkoušená, spolehlivá)

Nevýhody

- ☐ toxicita (při vdechnutí i při působení na kůži)
- ☐ způsobuje rychlejší korozi kovových materiálů
- ☐ odstraňuje olej z míst, kde je zapotřebí
- ☐ neviditelný plamen
- ☐ vyšší zápalná teplota-problémy se startováním v zimě
- ☐ vysoká průměrná spotřeba v porovnání s naftou
- ☐ vysoká výrobní cena

Etanol

Etanol je látka, která se v přírodě vyskytuje jen sporadicky a její používání (v malém množství), na rozdíl od metanolu, není pro člověka toxické. Etanol se dnes běžně využívá jako náhrada benzínu ve spalovacích motorech, přičemž je to jedno z nejstarších alternativních paliv

Výhody

- ☐ dokonalejší spalování v motoru
- ☐ vyšší výkon a otáčky motoru
- ☐ nižší emise

Nevýhody

- ☐ způsobuje korozi kovových materiálů
- ☐ detergentní účinek (odstraňuje olej z míst, kde ho potřebujeme)
- ☐ napadá plastické hmoty
- ☐ výpary ovlivňují řidičovu schopnost řídit motorové vozidlo

(hlavně při čerpání
pohonných hmot)

- ☐ horší startování při nízkých teplotách
- ☐ vyšší spotřeba způsobená nižší výhřevností

Úpravy

Zážehový motor konstruovaný pro výhradní provoz na etanol se v principu vyznačuje asi 300 odlišnostmi od klasického benzinového motoru. Nejdůležitější rozdíly spočívají v tom, že:

- ☐ motor má vyšší kompresní poměr
- ☐ má odlišné válce a tvar spalovacího prostoru
- ☐ palivová nádrž bývá obvykle pocínovaná
- ☐ palivové čerpadlo, karburátor a palivové potrubí jsou vyrobeny z nerezavějících materiálů

Úpravy

Úpravy starších motorů spočívají především v prodloužení doby vstříku. U nových motorů (známých jako Flexifuel, kdy je možno spalování jak E85 tak benzínu v jakémkoliv poměru) je důležitou úpravou použití sedel z tvrzeného materiálu a úprava zapalování. Pomocí lambda sondy je pak vyhodnoceno v jakém poměru je E85 smíchán s benzinem a zapalování automaticky upraveno



Bioetanol-E85

Palivo E85 je směs, která se skládá z 85 % etanolu a z 15 % naturalu 95. Tento poměr lze dle různých sezónních poměrů měnit, ale minimální podíl etanolu musí být 70 %. Proti klasickému benzínu má jízda na palivo E85 dvě hlavní výhody – nárůst výkonu motoru a výrazné snížení emisí výfukových plynů. Bioetanol se také na rozdíl od „klasických“ pohonných hmot získává z rostlinných, tedy obnovitelných zdrojů.

Výhody

- ☐ nabízí palivo s vysokým oktanovým číslem za nízkou cenu jako alternativa k jedovatým aditivům paliva
- ☐ směs E85 lze použít u všech typů automobilů s relativně nenáročnou úpravou
- ☐ v takto upraveném vozidle je možno po zapsání do technického průkazu uplatňovat odpočet silniční daně
- ☐ E85 je biologicky odbouratelný bez škodlivých vlivů na životní prostředí
- ☐ snižuje škodlivé emise z výfukových plynů
- ☐ vysoký obsah kyslíku snižuje úroveň kysličníku uhelnatého o 25-30% ve výfukových plynech

Nevýhody

- zvýšená spotřeba pohonných hmot
- problémy při jízdě v horkém letním počasí, kdy vyšší odpařivost bioetanolu může mít za následek i vznik bublinek v palivovém systému
- možnost poutání vody do lihu v pohonných hmotách, a tím i zvýšení korozivnosti kovových částí motoru
- zatím málo čerpacích stanic

měrné emise	městská část cyklu	mimoměstská část cyklu	kombinovaný provoz
Spotřeba paliva E85 [g·km ⁻¹]	92,25	52,62	67,20
Spotřeba paliva natural 95 [g·km ⁻¹]	63,56	35,62	45,90
CO ₂ na palivo E85 [g·km ⁻¹]	218,6	122,8	158,05
CO ₂ na palivo natural 95 [g·km ⁻¹]	225,5	126,7	163,06
CO na palivo E85 [g·km ⁻¹]	0,27	0,26	0,26
CO na palivo natural 95 [g·km ⁻¹]	0,43	0,33	0,37
HC na palivo E85 [mg·km ⁻¹]	2,59	1,49	1,89
HC na palivo natural [mg·km ⁻¹]	3,2	1,86	2,35
NO _x na palivo E85 [mg·km ⁻¹]	17,25	17,42	17,36
NO _x na palivo natural [mg·km ⁻¹]	24,39	25,46	25,07

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

VODÍK

Energie obsažená ve vodíku může být uvolněna ve dvou formách, buď přímo ve spalovacím motoru, nebo ve “studené” formě v palivovém článku přímou přeměnou v elektrický proud.

Výhody

- ☐ obnovitelný zdroj energie
- ☐ žádné emise CO, CO₂ a **NO_x**

Nevýhody

- ☐ skladování (velikost nádrží, bezpečnost)
- ☐ velmi drahá výroba
- ☐ zatím velmi málo čerpacích stanic



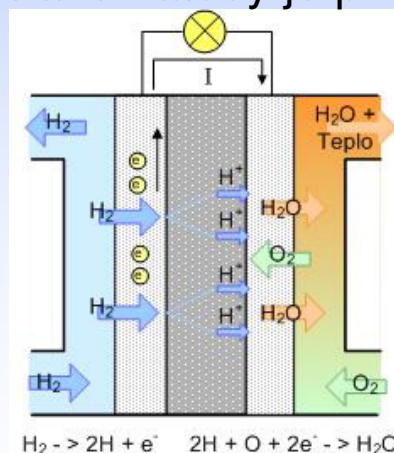
Úpravy

Palivový systém motoru je přizpůsoben pomocí elektrického směšovacího systému, který určuje směšovací poměr vodíku a vzduchu. Spalování probíhá s přebytkem vzduchu. Přídavný vzduch ve spalovacím prostoru odnímá teplo a tím klesá teplota plamene pod kritickou mez, nad níž by se směs mohla sama vznítit.

Zjednodušený popis principu funkce palivového článku

Princip palivového článku lze nejnázorněji objasnit na palivovém článku s polymerní membránou. Tento článek se skládá ze dvou elektrod na jejichž povrchu se nachází slabá vrstva uhlíku obsahující malou množství platiny, která zde slouží jako katalyzátor. Elektrody jsou od sebe odděleny tenkou polymerní membránou, která propouští kladně nabité ionty - protony (u katexové membrány).

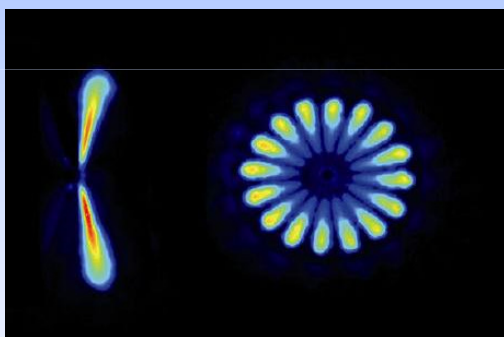
Vodík je přiváděn na anodu, kde na vrstvě katalyzátoru dochází k jeho disociaci na kladné ionty (protony) a elektrony. Protony procházejí skrze polymerní vrstvu, elektrony jsou nuceny procházet externím okruhem a mohou tedy konat užitečnou práci. Na katodě pak sloučením dvou kladně nabitých vodíkových iontů (protonů), dvou elektronů a atomu kyslíku vzniká voda (vzhledem k provozní teplotě palivového článku obvykle v podobě páry). Na stranu katody je přiváděn čistý kyslík nebo častěji kyslík jako součást vzduchu.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Šetrná jízda

Pro přípravu palivové směsi lze použít některý z následujících způsobů:

- plyný vodík se přivádí do sání motoru pomocí směšovače,
- stlačený plyný vodík se vyfukuje do sání motoru elektricky ovládanými ventily,
- stlačený plyný vodík se vyfukuje do válců motoru elektricky ovládanými ventily,
- zkapalněný vodík se vstřikuje do válců motoru elektricky ovládanými ventily.



Zdroje

- <http://www.tvujdum.cz/tipy-triky/nez-koupime-kotel-na-biomasu.aspx>
- <http://www.novinky.cz/bydleni/rekonstrukce/116062-kamna-a-krby-ziskavaji-opet-na-popularite.html>
- <http://www.novyhradublanska.info/Galerie.html>
- <http://www.machuvmlyn.cz/album/fotogalerie/taborak-jpg/>
- http://roura.cz/pages/topeni/kotle_na_drevo.htm
- <http://www.iexpos.cz/21880-s-50.html>
- <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/zplynovaci-kotle-na-drevo-a-drevene-brikety/>
- <http://hostetin.veronica.cz/231/>
- <http://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/f2.htm>
- <http://www.muzeum-pribram.cz/akce/06kolomaz/06kolomaz.html>
- <http://www.grily-krby.cz/grilovane-teleci/>
- http://www.portal-skolni.cz/index.php?area=&id_detail=154314&id_odd=13236&id_ovv=4778&shop=OTgzMjAwOGFp&ecc=80&ac=90
- <http://www.sovainterier.cz/trouby/trouby-samostatne/multifunkcni-trouba-hp740-pyrolyza>
- http://www.tyden.cz/rubriky/veda-a-technika/veda/biopaliva-maji-problem-ani-druha-generace-nefunguje_144550.html