

## Alternatívne palivá

V súčasnej dobe nadmerného počtu áut na cestách bude vývoj vozidiel a motorového pohonu určovaný podľa ekologických hľadísk vzhľadom na prísnejšie normy pre výfukové plyny. Pri neustále klesajúcom množstve zásob fosílnych palív je potrebné zamyslieť sa nad využívaním nových alternatívnych palív. Na motorové palivá budúcnosti sú kladené tri základné požiadavky [1]:

- zaručené zaistenie dodávok,
- celková ekonomická únosnosť,
- zohľadnenie požiadaviek na ochranu prostredia a klímy.

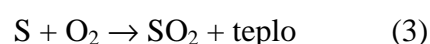
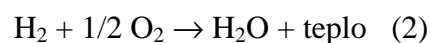
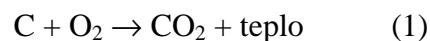
Palivá môžeme rozdeliť na:

- **biopalivá** – kvapalné alebo plynné palivo pre dopravu, ktoré je vyrobené z biomasy.
- **ostatné obnoviteľné palivá** – palivá iné ako biopalivá, ktoré vznikajú zo zdrojov obnoviteľnej energie.

Medzi biopalivá patrí [1]:

- *bioetanol* (bioetylalkohol) – etanol vyrobený z biomasy alebo biologicky odbúrateľná časť odpadu používaná ako palivo,
- *bionafta* – metylester vyrábaný z rastlinného alebo živočíšneho oleja rovnakej kvality ako nafta,
- *bioplyn* – palivový plyn vyrábaný z biomasy,
- *biometanol* – metanol vyrobený z biomasy,
- *syntetické biopalivá* – syntetické sacharidy alebo zmesi syntetických sacharidov,
- *biovodík* – vodík vyrobený z biomasy,
- *čistý rastlinný olej* – olej vyrobený z olejových plodín lisovaním, extrakciou.

Spaľovanie palív je chemický proces, pri ktorom sa zlučujú horľavé prvky obsiahnuté v horľavine paliva s kyslíkom. Spaľovacie reakcie sú reakcie exotermické a prebiehajú podľa nasledujúcich rovníc [1]:



## Bioplyn

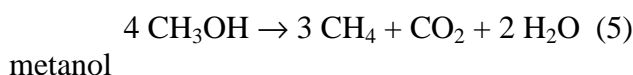
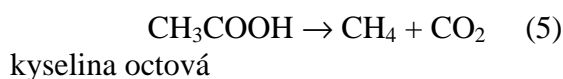
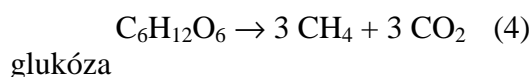
### Vznik bioplynu

Biologický rozklad organických látok je zložitý viacstupňový proces, na ktorého konci pôsobením mikroorganizmov vzniká bioplyn, ktorý je v ideálnom prípade zložený z dvoch plyných zložiek –

metánu CH<sub>4</sub> a oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>. Obsah metánu sa pohybuje od 50 do 75 %, ktorý je doplnený 25 až 50 % oxidu uhličitého. V praxi je však bioplyn doplnený ďalšími plynmi (H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ...) Anaeróbne organizmy, ktoré produkujú metán (metanogény), sú považované za jedny z najstarších živých organizmov na našej planéte. Kyslík v najmenšej koncentrácii je pre ne to, čo je prudký jed pre živé organizmy.

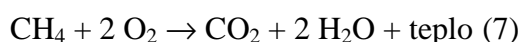
Biologický rozklad organických látok v anaeróbných podmienkach je proces, ktorý sa nazýva metánová fermentácia, metánové kvasenie, anaeróbná fermentácia, biometanizácia, biochemická konverzia organickej látky a pod. tento proces prebieha za určitých podmienok v prírode samovoľne alebo je vyvolaný zámerné v biotechnických zariadeniach. Výsledkom metánovej fermentácie je zmes plynov a fermentovaný zvyšok organickej látky [1].

Zjednodušený popis metánového kvasenia môžeme popísať nasledovnými rovnicami [1]:



Bioplyn je možné využívať všade tam, kde sa používajú aj iné plynné palivá. Medzi spôsoby energetického využitia bioplynu patria [1]:

- a) priame spaľovanie (varenie, svietenie, ohrievanie úžitkovej vody ...)



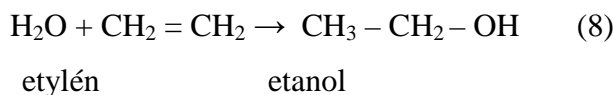
(horením metánu so vzduchom sa vytvára nová zmes plynov, ktorá nespôsobuje znečistenie životného prostredia),

- b) výroba elektrickej energie a ohrev teplotnosného média (kogenerácia),
- c) výroba elektrickej energie, ohrev teplotnosného média a výroba chladu (trigenerácia),
- d) pohon spaľovacích motorov alebo turbín pre získavanie mechanickej energie,
- e) využitie bioplynu v palivových článkoch.

## Bioetanol

Bioetanol (etylalkohol) resp. biometanol (metylalkohol) je palivo vznikajúce alkoholovým kvasením – fermentáciou. Bioetanol je veľmi kvalitné kvapalné palivo, ktoré podobne ako biometanol je možné využiť ako náhradu za benzín v motorových vozidlách bez ich predošlej úpravy. Ďalšou výhodou je jeho vysoké oktánové číslo, ktoré umožňuje lepšiu účinnosť motora. V motore je bioetanol lepšie spaľovaný a to pomáha znižovať emisie.

Základný rozdiel medzi etanolom a bioetanolom spočíva v ich príprave. *Etanol je vyrobený synteticky z vody a etylénu:*



**Bioetanol je etylalkohol vyrobený z organických zvyškov, alebo zo špeciálne na to pestovaných plodín.**

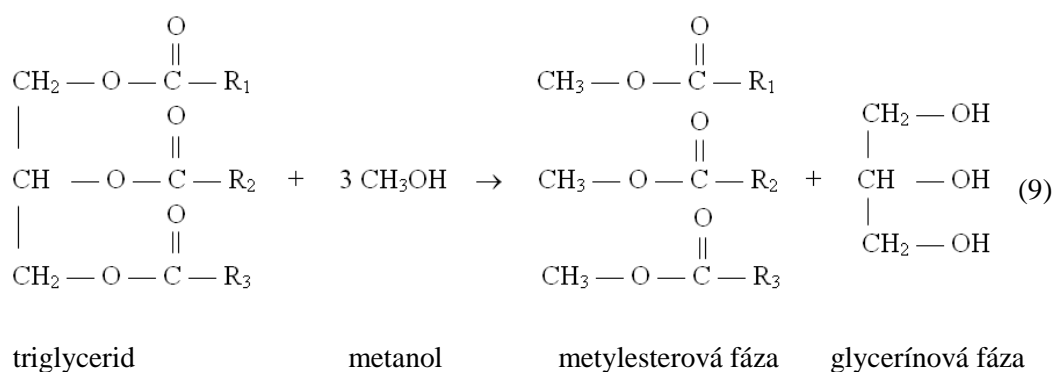
Ťažiskovými surovinami pre výrobu bioetanolu sú tie, ktoré majú vysoký obsah cukru, škrobu a lignocelulózy. Patria sem cukrová trstina, cukrová repa, obilie, zemiaky, kukurica, hrach, ovocie a iné plodiny. Hodnota ktorejkoľvek vstupnej suroviny pre fermentačný proces závisí od jednoduchosti s akou je možné z nej získať cukry. Najlepšou surovinou sa ukazuje cukrová trstina resp. melasa vznikajúca po extrakcii šťavy z nej. Inými vhodnými surovinami sú zemiaky alebo obilniny. Cukry je možné vyrobiť aj z celulózy (dreva), avšak proces je komplikovanejší.

Výhodou používania týchto kvapalných biopalív je, že pri ich spaľovaní sa tvorí menej škodlivín. Tieto palivá majú totiž jednoduchšiu štruktúru ako benzín alebo nafta, lepšie horia a celý proces vedie k menšej tvorbe nespálených zvyškov.

Bioetanol je možné použiť ako čistú pohonnú hmotu, ale aj ako pohonnú hmotu tvorenú zmesou benzínu a bioetanolu [1].

## Bionafta

Pojem bionafta bol zavedený pre metylestery mastných kyselín (FAME). Názov získala preto, že ide o kvapalné palivo, ktoré sa podobá motorovej naftě, ku ktorej sa blíži aj svojimi vlastnosťami. Surovinou na výrobu bionafty sú rastlinné oleje získané z olejnatých rastlín alebo živočíšne tuky (rybí tuk, hovädzí loj ...). Na Slovensku sa na výrobu bionafty najčastejšie používa repkový olej. Viac ako 98 % rastlinných olejov a živočíšnych tukov tvoria triglyceridy. Výroba metylestrov mastných kyselín je založená na katalyzovanej esterifikácii alebo reesterifikácii triglyceridov s alkoholom, najmä s metanolom [2]:



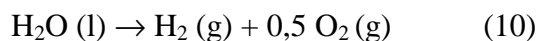
V uvedenej reakčnej schéme predstavujú  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$  a  $\text{R}_3$  dlhé uhl'ovodíkové reťazce mastných kyselín s párnym počtom atómov uhlíka v molekule. Len veľmi malý podiel triglyceridov prítomných vo väčšine rastlinných olejov a živočíšnych tukoch predstavujú triglyceridy odvodené od mastných kyselín s rozvetvenými uhl'ovodíkovými reťazcami. Takmer všetky prítomné triglyceridy sú odvodené od

mastných kyselín s nerozvetvenými nasýtenými, resp. nenasýtenými uhl'ovodíkovými reťazcami s párnym počtom uhlíkových atómov. Zastúpenie jednotlivých typov mastných kyselín a dĺžka ich reťazcov sú určujúce pre kľúčové fyzikálne vlastnosti vzniknutých metylesterov (tj. bionafty), ako sú cetánové číslo, tok za nízkych teplôt, oxidačná stabilita atď. [2].

Vyčistený repkový olej sa po reakcii s metanolom prevedie na zmes metylesterov mastných kyselín, teda kyselín obsiahnutých v pôvodnom repkovom oleji vo forme triglyceridov. Táto zmes sa zjednodušene nazýva metylestery repkového oleja (MERO), čo je práve známe pod pojmom bionafta. V porovnaní s klasickou naftou má bionafta nižšiu výhrevnosť, jej spotreba je väčšia, točivý moment a výkon motora nižší [3].

## Vodík ako alternatívny zdroj energie

Vodík je v prírode rozšírený hlavne v podobe najznámejšej molekuly – vody. Jeho opätovné získavanie je podmienené elektro-chemickým rozkladom vody, ktorý sa nazýva elektrolýza vody. Rozklad vody sa uskutočňuje podľa rovnice [4]:



Veľké ropné spoločnosti ako aj výrobcovia motorových vozidiel sú presvedčení, že vodík je palivom budúcnosti. Vodík však nie je primárnym zdrojom energie pre pohon motorových vozidiel, ale ich nosičom. Vodík je najčistejším palivom, pri jeho spaľovaní vzniká ako vedľajší produkt voda. Z tohto dôvodu je vhodné ho použiť priamo ako pohonnú hmotu pre motorové vozidlá [2].

Vodík môže v automobilovom priemysle ľudstvo používať dvoma spôsobmi [5]:

1. spaľovaním vodíka v klasických motoroch, pri ktorých sa stlačený alebo skvapalnený vodík spaľuje obdobne ako klasické pohonné hmoty (pri spaľovaní vodíka vzniká iba voda a zásluhou prítomnosti dusíka v atmosfére i malé množstvo oxidov dusíka),
2. použitím palivových článkov.

Oba spôsoby využitia vodíka majú svoje kladné aj záporné stránky. Výhodou palivových článkov je ich efektivita v porovnaní so spaľovacím motorom. Nevýhodou sú vysoké náklady na ich výrobu. Predpokladá sa, že palivové články sa v priebehu niekoľkých desaťročí stanú dominujúcim spôsobom pohonu motorových vozidiel [5].

Výhody vodíka [5]:

- pri spaľovaní vodíka vznikajú iba stopové množstvá uhl'ovodíkov, jedovatého oxidu uhoľnatého, pevných častíc alebo oxidu siričitého, odpadajú tak emisie, ktoré spôsobujú globálne klimatické zmeny,
- vyššia účinnosť pri využívaní vodíka ,
- môže byť vyrábaný z viacerých energetických zdrojov.

Nevýhody vodíka [5]:

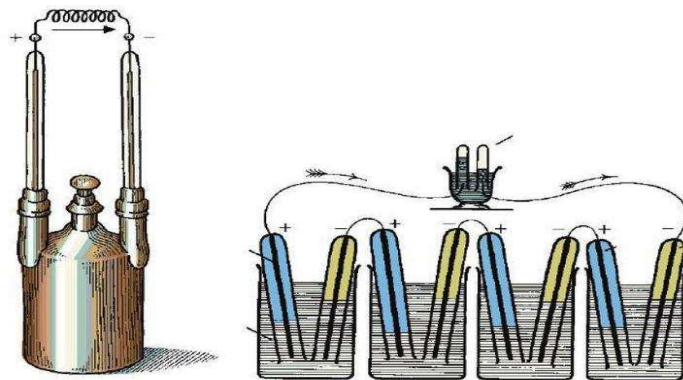
- nie je to zdroj energie, ale iba nosič energie,
- na získanie vodíka je potrebné vložiť nejakú počiatočnú energiu,
- preprava vodíka v automobile,
- výbušnosť vodíka,
- skladovanie vodíka (za vysokého tlaku),
- vysoké náklady na výrobu vodíka.

## Palivový článok

### *História palivového článku*

Palivový článok objavil v roku 1839 Sir William Robert Grove (anglický fyzik a chemik, 1811-1896), ktorý ako prvý vyrobil z vodíka a kyslíka jednosmerný prúd pri pokuse o obrátenie procesu elektrolýzy. Prvý palivový článok (obr. 25) pozostával zo štyroch elementov, tvorených elektródami, ktoré sú zapojené sériovo. Každá zo štyroch nádob je naplnená zriedenou kyselinou sírovou a má dve sklené trubice s platinovými elektródami na vnútornej strane. Na vrchnej časti sklenej trubice vodík obklopuje anódy a kyslík katódy [6, 7, 8].

Po prvý raz ich využili vo vesmírnom programe Apollo v 60. rokoch minulého storočia na výrobu elektriny, tepla/chladu a vody, a odvtedy sú súčasťou všetkých raketoplánov [9].



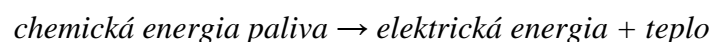
**Obr. 1 Palivový článok z r. 1839 Sira W. R. Grovea**

<http://www.cez.cz/cs/veda-a-vzdelavani/pro-studenty/materialy-ke-studiu/tiskoviny/18.html>

### *Princíp palivového článku*

Palivový článok je elektrochemické zariadenie, ktoré počas oxidačno-redukčnej reakcie premieňa chemickú energiu paliva priamo na energiu elektrickú [10].

V palivovom článku prebieha studené spaľovanie, t. j. chemická energia paliva sa mení priamo na elektrickú energiu bez medzistupňov [7, 9]:



Každý palivový článok pozostáva z troch hlavných komponentov [7]:

- palivovej elektródy (anódy),
- elektrolytu s polopriepustnou membránou,

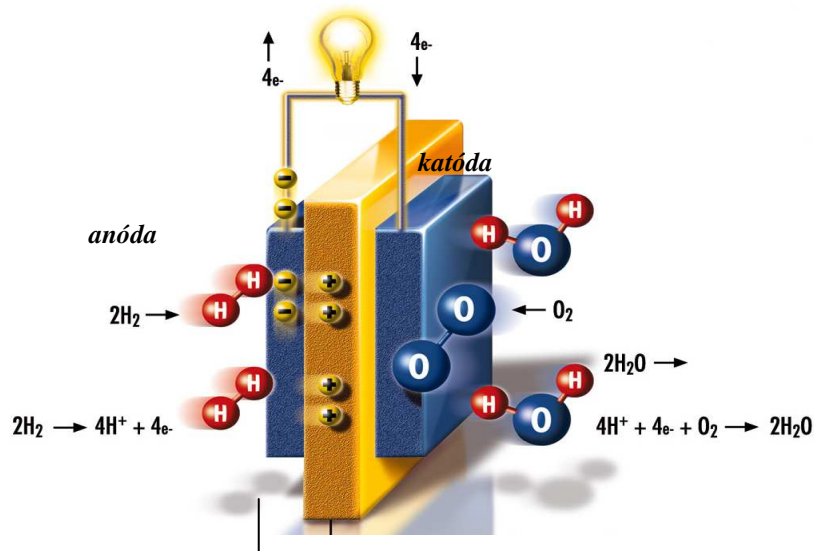
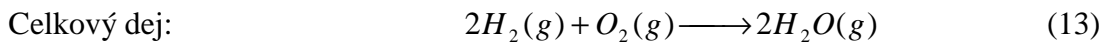
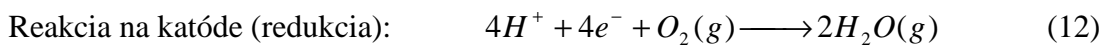
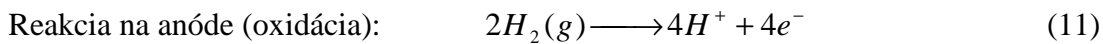
- vzduch/kyslíkovej oxidačnej elektródy (katódy).

### *Druhy palivových článkov*

Existujú rôzne typy palivových článkov. Niektoré pracujú pri vysokých teplotách, iné pri nízkych. Niektoré sa skladajú výlučne z pevných látok, ďalšie obsahujú tekutý alebo polotekutý elektrolyt [63].

Základný princíp premeny energie je pre všetky palivové články rovnaký. Jednotlivé typy palivových článkov sa však líšia materiálom elektród, použitým elektrolytom, teplotou a chemickými reakciami prebiehajúcimi na anódach a katódach [10].

Reakcie prebiehajúce v palivovom článku pri elektrochemickej oxidácii paliva a redukcii okysličovadla [10]:



*PEM (protón vymeniteľná membrána)*

Obr. 2 PEM palivový článok [6]

### *Výhody a nevýhody palivových článkov*

#### **VÝHODY** [7, 8, 9, 11]:

- ekologicky čistá prevádzka,
- účinnosť výroby elektrickej energie je vyššia v porovnaní s inou technológiou výroby elektrickej energie,
- chemickú energiu paliva premieňajú priamo na elektrickú,
- takmer nedochádza k uvoľňovaniu škodlivých emisií do okolia (emisie väčšinou pozostávajú z vodnej pary a oxidu uhličitého),
- palivový článok pracuje nehučne,

- okrem elektrickej energie možno využiť odpadové teplo napr. vo vykurovaní,
- údržba a opravy sú minimálne, lebo neobsahujú žiadne pohyblivé časti,
- má výborné dynamické vlastnosti, pracuje spoľahlivo aj pri nižšom výkone a rýchlo sa prispôsobuje zmenám výkonu,
- vodík je možné produkovať všade, kde je voda a elektrina.

#### **NEVÝHODY** [9, 10, 11, 12]:

- vysoké náklady na ich výrobu a vysoká cena,
- vysoká citlivosť na čistotu paliva a negatívny vplyv nečistoty na životnosť membrány, ktorá tvorí hlavnú zložku investičných nákladov na palivový článok,
- problémom je tiež platina, ktorá sa používa ako katalyzátor, a ktorej terajšie zásoby by neboli postačujúce pre potreby automobilového priemyslu,
- dopĺňanie vodíka a štart automobilu s vodíkovým pohonom je dlhší ako pri spaľovacom motore a ich dojazd je menší,
- nutnosť vybudovať produkciu, transport a čerpacie stanice vodíka.

#### *Využitie palivových článkov v praxi*

V budúcnosti by sa mali používať palivové články v automobiloch, autobusoch, vlakoch, lietadlách a lodiach. Svetové automobilky vyrábajú prototypy automobilov s palivovým článkom už niekoľko rokov.

### **Použitá literatúra:**

1. PASTOREK, Z. – KÁRA, J. – JEVIČ, P.: *Biomasa obnoviteľný zdroj energie*. Praha: FCC PUBLIC s.r.o., 2004. 288 s. ISBN 80 – 86534 – 06 – 5.
2. ŠEBOR, G. – POSPÍŠIL, M. – ŽÁKOVEC, J.: *Technicko – ekonomická analýza vhodných alternatívnych palív v doprave*. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2006.
3. KOZÁK, P.: Biopaliva – nahradí, alebo pouze doplní sortiment pohonných hmôt? In *Autoexpert*, 2007. č. 7 – 8. s. 28 – 30.
4. BRESTOVIČ, T.: Možnosti získavania vodíka elektrolyzou vody pomocou elektrickej energie získanej z alternatívnych zdrojov a jeho následné skladovanie. In *Novus Scientia 2007*. Zborník príspevkov z X. celoštátnej konferencie doktorandov strojnícckých fakúlt technických univerzít a vysokých škôl s medzinárodnou účasťou, 20.11.2007 ÚVZ Herľany, Slovenská republika, 2007. s. 72 – 78. ISBN 978-80-8073-922-5.
5. ROŠKANIN, M.: Vodík – hudba budoucnosti. Zatím je výroba vodíku príliš drahá. In *PETROL magazín*, 2008, roč. IX., č. 4. s. 72 – 75.
6. VOIGT, C. – HOELLER, S. – KUETER, U.: *Fuel Cell Technology for Classroom Instruction*. Norderstedt : Books on Demand GmbH, 2005. 120 s. ISBN 3-9810227-1-8.
7. HOLOUBEK, D.: Palivové články – decentralizovaný zdroj blízkej budúcnosti. In *Slovgas* [online]. 2003, č. 3 [cit 2010-01-13]. Dostupné na internete: <[http://www.sgoa.sk/Index\\_Slovgas.htm](http://www.sgoa.sk/Index_Slovgas.htm)>. ISSN 1335-3853.
8. MIKLÓS, Š.: *Palivové články energetické zdroje budúcnosti*. [online]. [cit. 2010-01-13]. Dostupné na internete: <<http://www.seas.sk/cms/files/817/t071801.htm>>.
9. HOLOUBEK, D. – KOPUNIČOVÁ, M.: Zemný plyn a palivové články. In *Slovgas* [online]. 2008, č. 6 [cit 2010-01-13]. Dostupné na internete: <[http://www.sgoa.sk/Index\\_Slovgas.htm](http://www.sgoa.sk/Index_Slovgas.htm)>. ISSN 1335-3853.
10. PETRÁŠ, B. – BRESTOVIČ, T.: Palivový článok – zdroj energie. In *AT&P journal* [online]. 2007, č. 7 [cit. 2010-01-13]. Dostupné na internete: <[http://www.atpjournal.sk/casopisy/atp\\_07/pdf/online61.pdf](http://www.atpjournal.sk/casopisy/atp_07/pdf/online61.pdf)>. ISSN 1335-2237.
11. *Vodíkové palivové články* [online]. [cit. 2010-02-13]. Dostupné na internete: <<http://www.greenprojekt.sk/vodikovepc.html>>.
12. *Vodík ako zdroj energie* [online]. [cit. 2010-02-13]. Dostupné na internete: <[http://www.airproducts.sk/bulk gases/velkoobjemovePlyny/vodik\\_zdrojEnergie.htm](http://www.airproducts.sk/bulk gases/velkoobjemovePlyny/vodik_zdrojEnergie.htm)>.