

## BIOPALIVÁ BUDÚCNOSTI – ENERGETICKÁ BEZPEČNOSŤ

ALICA BARTOŠOVÁ<sup>1</sup>, LENKA BLINOVÁ<sup>2</sup>

**Abstract** — *The article discusses the issue of energy security of the European Union, as conceived by the possibility of using unconventional fuels and energy sources. EU energy policy, and therefore the Slovak Republic have set targets by which to reduce dependence on conventional fuels. The ways by which these objectives are to achieve, in particular, the use of fuels produced from waste, such as waste oil or waste from the food and agricultural industries. The focus of research has now not only focused on the search for new potential of appropriate raw materials, and the efficient, fast and cost-efficient methods for production of alternative fuels or biofuels.*

**Keywords** — *energy, biofuels, safety, waste, algae*

**Abstrakt** — *Predkladaný článok pojednáva o problematike energetickej bezpečnosti Európskej únie v ponímaní možnosti využívania nekonvenčných palív a zdrojov energie. Energetická politika EÚ a teda aj Slovenskej republiky si stanovili ciele, pomocou ktorých sa zníži závislosť na konvenčných palivách. Spôsoby, ktorými je tieto ciele možné dosiahnuť sú najmä využívanie palív vyrábaných z odpadov, ako sú napríklad odpadové oleje alebo odpad z potravinárskeho a poľnohospodárskeho priemyslu. Pozornosť výskumu sa v súčasnosti nezameriava len na hľadanie nových potenciálne vhodných surovín, ale aj na efektívne, rýchle a ekonomicky nenáročné spôsoby výroby alternatívnych palív alebo biopalív.*

**Kľúčové slová** — *energia, biopalivá, bezpečnosť, odpad, riasy*

### ÚVOD

Priemysel biopalív sa pomaly uberať do ďalšej generácie biopalív, ktoré sú výhradne vyrábané z odpadovej biomasy. Prvú generáciu biopalív prijalo mnoho vlád ako jednoduchý spôsob, ako zaistiť bezpečnosť paliva. Väčšina z nich sú vyrábané z cukornatých, škrobnatých alebo olejnatých rastlín.

Pestovanie týchto vstupných surovín na úrodnej poľnohospodárskej pôdy vyvolala mediálne pobúrenie a otvorenú debatu „jedlo vs. palivo“. Aj to bolo jedným z dôvodov prečo Európarlament znížil záväzný strop pre konvenčné biopalivá vyrábané z poľnohospodárskych plodín v celkovom objeme spotrebovaných motorových palív, a to z pôvodných 10 % na 7 %. Pre pokročilé biopalivá napríklad z rias, odpadu či biomasy bude platiť po novom nezáväzný cieľ 0,5 %.

### 1. ENERGETICKÁ POLITIKA EÚ

Energetická politika je strategický dokument, ktorý určuje základné ciele a rámce rozvoja energetiky v dlhodobom časovom výhľade.

Energetická politika je súčasťou národohospodárskej stratégie Slovenskej republiky, keďže zabezpečenie maximálneho ekonomického rastu v podmienkach trvalo udržateľného rozvoja je podmienené spoľahlivosťou dodávky energie pri optimálnych nákladoch a primeranej ochrane životného prostredia [1].

Súčasná klimatická a energetická politika EÚ sa riadi záväzkami a cieľmi, ktoré odsúhlasila Európska rada na bruselskom samite v roku 2009, v snahe prejsť do roku 2050 na energeticky úspornú, nízkouhlíkovú ekonomiku. Klimaticko-energetický balíček 20-20-20 stanovil 3 ciele:

- znížiť emisie skleníkových plynov o 20 % v porovnaní s úrovňou v roku 1990,
- zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov v celkovom energetickom mixe EÚ o 20%,
- znížiť primárnu energetickú spotrebu o 20 % [2].

V nadväznosti na rámcovú politiku, členské štáty EÚ prijali novú smernicu o obnoviteľných zdrojoch energie (OZE), ktorou sa zaviedli záväzné národné ciele tak, aby sa do roku 2020 dosiahol 20 % podiel OZE v energetickom mixe únie.

V rámci prechodu na nízkouhlíkovú ekonomiku, prijala Európska rada okrem cieľov 20-20-20 aj

<sup>1</sup> Alica Bartošová, Ing., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská republika, e-mail: alica.bartosova@stuba.sk

<sup>2</sup> Lenka Blinová, Ing., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská republika, e-mail: lenka.blinova@stuba.sk

dlhodobý cieľ zníženia emisií skleníkových plynov o 80 - 95 % do roku 2050 v porovnaní s úrovňou v roku 1990. Európska komisia pre tento účel vypracovala tzv. cestovné mapy pre konkurencieschopnú nízkouhlíkovú ekonomiku, efektívne využívanie zdrojov, mapu pre energiu a dopravu, ktoré majú členským štátom pomôcť v dosahovaní a monitorovaní cieľov. Nový klimaticko-energetický balík do roku 2030, ktorý hlavy štátov a vlád prijali 24. októbra 2014, má premosťovať ciele 20-20-20 s víziou nízkouhlíkovej ekonomiky v roku 2050 [2]. Slovenská republika, v spolupráci s ostatnými krajinami Vyšehradskej štvorky (V4), Rumunskom a Bulharskom, presadzovali prijatie jediného záväzného cieľa, a to zníženie emisií skleníkových plynov. Dôraz sa kladol na technologickú neutralitu, zachovanie princípu solidarity a vytvorenie kompenzačných mechanizmov, ktoré by pomohli nízkopríjmovým krajinám plniť stanovené ciele. Krajiny V4 majú úspešnú bilanciu znižovania emisií CO<sub>2</sub>. Konkrétne Česká republika znížila od roku 1990 svoje emisie o 35,3 %, Maďarsko o 38,8 %, Poľsko o 15,1 %. Najviac sa darilo práve Slovensku, ktoré od roku 1990 znížilo emisie skleníkových plynov až o 41,7 %. Slovensko, ako krajina, ktorej HDP nedosahuje 90 % priemerného HDP EÚ, môže do roku 2020 zvýšiť podiel emisií o približne 13 % v odvetviach, ktoré nespádajú do systému obchodovania s emisiami [2].

Členské krajiny EÚ v súčasnosti takmer polovicu svojej spotreby energie pokrývajú dovozom z teritória tretích krajín. Vzhľadom na očakávaný rast spotreby energie v budúcnosti a na možnosti využívania domácich zdrojov energie na uspokojenie rastu spotreby možno predpokladať rast závislosti na dovoze.

Najviac využívaným domácim zdrojom energie v členských krajinách EÚ je uhlie. Čisté uhoľné technológie umožňujú využiť pomerne veľké zásoby uhlia s minimálnym dopadom na životné prostredie. Hnedé uhlie sa zabezpečuje prevažne domácou ťažbou, zatiaľ čo potreba čierneho uhlia sa zabezpečuje aj dovozom mimo teritória členských štátov EÚ.

Rizikom pre členské krajiny EÚ je veľká závislosť na dovoze ropy a jej derivátov z tretích krajín z dôvodu ich nedostatku na trhu EÚ, ako aj z dôvodu nestability ceny. Pre posilnenie energetickej sebestačnosti, členské krajiny EÚ kladú čoraz väčší dôraz na využívanie obnoviteľných zdrojov energie [1].

Uznesením vlády Slovenskej republiky bol 5. novembra v roku 2014 schválený nový návrh energetickej politiky SR č. 548. Opatrenia uvedené v energetickej politike sľubujú pozitívny sociálny vplyv, ako aj pozitívny vplyv na podnikateľské prostredie z titulu realizácie energetických investícií, ako sú elektrické prenosové vedenia, jadrové elektrárne,

obnoviteľné zdroje na báze biomasy a slnečnej energie, inteligentné meracie sústavy a inteligentné siete. Cieľom stratégie energetickej bezpečnosti je dosiahnuť konkurencieschopnú energetiku, zabezpečujúcu bezpečnú, spoľahlivú a efektívnu dodávku všetkých foriem energie za prijateľné ceny s prihliadnutím na ochranu odberateľa, ochranu životného prostredia, trvalo udržateľný rozvoj, bezpečnosť zásobovania a technickú bezpečnosť [1].

## 2. BIOPALIVÁ Z ODPADU

Vplyvom nárastu svetovej populácie sa desaťnásobne zvýšila aj produkcia odpadu v porovnaní s minulým storočím. V roku 2025 vzrastie dvojnásobne [3]. Problém znečistenia životného prostredia odpadom je jedným z najzávažnejších problémom, dokonca väčším ako produkcia skleníkových plynov. Problém odpadov je akútny najmä v rozvíjajúcich sa mestách. Sklárky odpadov v Laogang v Šanghaji (Čína); Sudokwon v Soule; Jardim Gramacho v Rio de Janeiro (Brazília) a Bordo Poniente v Mexico City súperia o titul najväčšie na svete. Každé z týchto miest vyprodukuje 10 tisíc ton odpadu denne, pričom sú schopné spáliť približne len polovicu. So spaľovaním odpadov zasa súvisí problém spracovania zvyškového popola, znečistenie ovzdušia a v neposlednom rade aj finančná náročnosť tohto spracovania odpadu [4].

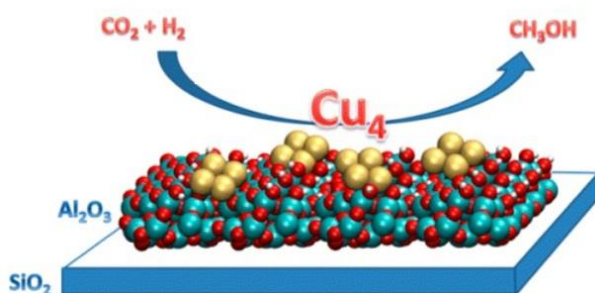
Odpadové oleje rastlinného, ale aj živočíšneho pôvodu sú najpoužívanejším odpadovým materiálom vhodným na výrobu bionafty. Využívanie takéhoto druhu odpadového materiálu má nielen prínos pre životné prostredie, ale na základe nedávnych štúdií je možné tvrdiť, že bionafta vyrobená zo 100 % živočíšneho tuhu (AFME - Animal Fat Methyl Ester) prispieva k zlepšeniu celkového výkonu motora. V porovnaní s konvenčnou fosílnou naftou, tento typ bionafty zvyšuje účinnosť motora, znižuje emisie výfukových plynov a znižuje hladinu hluku motora [5].

Najväčšiu perspektívu má v súčasnosti odpadová biomasa z poľnohospodárstva alebo odpadové vody z potravinárskeho priemyslu. Z odpadovej biomasy je možné hydrolýzou a následnou fermentáciou vyrobiť alternatívne biopalivá ako vodík, metán alebo bioetanol, a navyše z odpadovej vody z potravinárskeho priemyslu aj biochemikálie, ako napríklad kyselinu mliečnu, kyselinu octovú alebo maslovú.

## 3. CO<sub>2</sub> AKO DROP-IN PALIVO

Drop-in palivá sú alternatívne palivá, ktoré môžu byť priamo nahradené za bežné palivá a to bez akýchkoľvek zmien na motore oproti non-drop-in palivám, pri ktorých sa musí upraviť motor alebo

palivový systém. Premena  $\text{CO}_2$  na palivá je presne to, čo fotosyntetické organizmy robia už miliardy rokov, hoci ich palivá sú cukry. V roku 1990 postgraduálny študent na Princetonskej univerzite Lin Chao vykonal prvé pokusy premeny  $\text{CO}_2$  na metanol. Použil kovové paládium ako elektródu a pyridinium ako katalyzátor. Pripojením do elektrického obvodu spustil elektrochemickú reakciu, pri ktorej sa oxid uhličitý premieňal na metán. Pri ďalších experimentoch zapojili už na miesto elektrickej energie zo siete slnečné kolektory produkujúce elektrickú energiu [6]. S využitím nanotechnológií sa aj tento ekonomicky náročný proces posúva na inú úroveň, pričom je aj jeho aplikácia do priemyslu už viac výhodnejšia. V prípade katalyzátora je možné využiť aj nový materiál „klastery medi“  $\text{Cu}_4$  (Obr.1). Skladá sa z malých zhlukov štyroch atómov medi nanesených na tenkej vrstve oxidu hlinitého [7]. Ďalej sa tiež ako katalyzátory využívajú samotná meď, oxid zinočnatý alebo oxid hlinitý.



Obr. 1.: Katalyzátor - klastery medi nanesené na tenkej vrstve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [6]

#### 4. BIOPALIVÁ Z MIKRORIAS

V priebehu posledných desaťročí, vedci hľadali nové energetické zdroje, ktoré by mohli nahradiť fosilné palivá a zistili, že fotosyntetizujúce mikroorganizmy, ako sú mikroskopické riasy, majú potenciál stať sa takýmto alternatívnym zdrojom. Mikroriasy premieňajú slnečnú energiu do jej chemickej formy prostredníctvom fotosyntézy. Pestovanie rias je nenáročné a je ich možné pestovať v rôznych vodných systémoch, ako sú otvorené rybníky, fotobioreaktory alebo hybridné fotobioreaktory. Každý systém by však mal byť navrhnutý tak, aby slnečné žiarenie dopadalo na každú jednu bunku riasy.

Produkcia biopalív z rias sa rozdeľuje do štyroch hlavných fáz: a) pestovanie, b) zber, c) extrakcia lipidov a d) ich následná transesterifikácia na bionaftu [10]. Pre zber rias sú bežne používané metódy sedimentácia, odstredzovanie, koagulácia, zrážanie, filtrácia alebo flotácia. V tab. 1 sa nachádzajú príklady rias s potenciálom ich využitia ako suroviny pre produkciu bionafty v závislosti od obsahu oleja v nich (vyššie %

obsahu oleja = vyšší potenciál pri výrobe bionafty). Mikroriasy majú potenciál slúžiť ako zdroj biomasy s vysokým výťažkom biopalív.

Štúdium využitia je zamerané na veľké množstvo rôznych druhov rias, ako na heterotrofné, tak aj na autotrofné. Autotrofné druhy rias viažu anorganický uhlík z  $\text{CO}_2$  za vzniku sacharidov, ktoré je možné premeniť na kvasiteľné cukry a následne ich ďalšou konverziou premeniť na bioetanol [10].

Tab. 1.: Obsah oleja vo vybraných druhoch mikrorias

Mikroriasa	Obsah oleja (% na sušinu)
Botryococcus braunii	25 – 75
Chlorella sp.	28 – 32
Cryptocodium cohnii	20
Cylindrotheca sp.	16 – 37
Dunaliella primolecata	23
Isochrysis sp.	25 – 33
Monallanthus salina	> 20
Nannochloris sp.	20 – 35
Nannochloropsis sp.	31 – 68
Neochloris oleoabundans	35 – 54
Nitzschia sp	45 – 47
Phaeodactylum tricornutum	20 – 30
Schizochytrium sp.	50 – 77
Tetraselmis sueica	15 – 23

#### 5. FISCHER – TROPSCH SYNTETICKÉ PALIVO

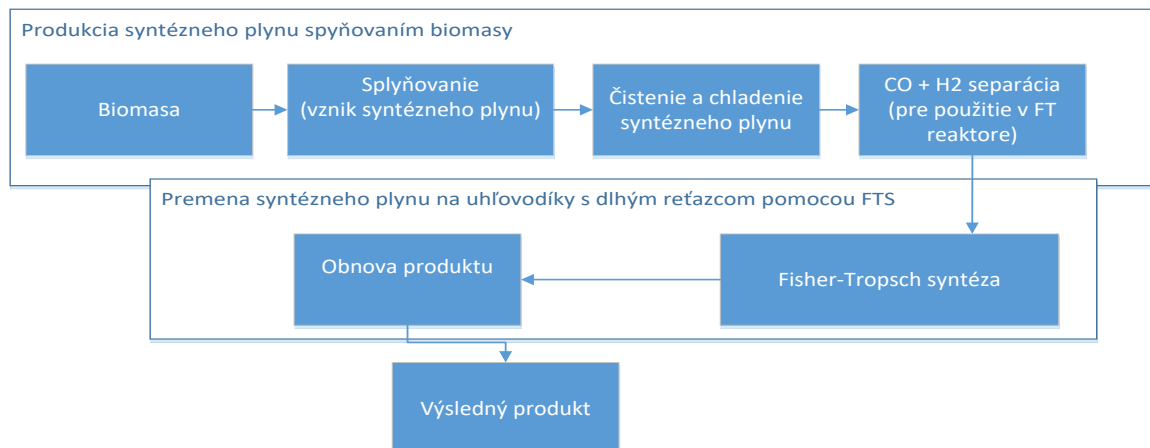
Fischer-Tropsch syntéza (FTS) je kľúčovým článkom premeny uhľkatých surovín (metán, ropné zvyšky, uhlie, biomasa) na uhl'ovodíkové produkty. Potrebná katalyzovaná chemická reakcia prebieha pri teplotách od 200 – 350 °C a pod veľkým tlakom. Aj keď je táto metóda známa už od polovice minulého storočia, náklady na tvorbu syntetických palív boli vysoké a výrazne prevyšovali cenu klasickej ropy. Jedná sa o silno exotermickú reakciu, takže bolo nutné zabezpečiť odvod reakčného tepla. Navyše, palivo získané týmto spôsobom malo nízke oktanové číslo [8]. Vzniknuté uhl'ovodíky môžu byť ďalej oddelené frakčnou destiláciou a rafinované ako klasická ropa.



V súčasnosti sa syntetická ropa vyrába v Južnej Afrike a v Malajzii. Za perspektívnu sa považuje najmä výroba ťažkej syntetickej parafinovej ropy, ktorá sa následne hydrokrakuje na kvalitnú motorovú naftu a ostatné motorové palivá, rozpúšťadla, tvrdý parafín a ďalšie produkty [8]. Spolu so splyňovaním biomasy ponúka tento spôsob možnosť vyrábať tzv. zelené

biopalivá. Biomasa sa splyňuje a vzniknutý biosyntézny plyn sa použije na FTS uhlíkovodíkov s dlhým

reťazcom, ktoré sú následne prevedené na frakcie (Obr. 2) [9].



Obr. 2.: Schéma výroby biopaliva z biomasy FT syntézou

## ZÁVER

Technológiám obnoviteľných zdrojov je aj naďalej venovaná veľká pozornosť a vedecká obec neustále prináša nové poznatky, ktoré prispievajú k odľahčeniu závislosti na fosílnych palivách.

Otázka energetickej bezpečnosti v súčasnosti závisí predovšetkým od dovozu ropy a zemného plynu. Preto je nanajvýš dôležité sústrediť sa práve na alternatívne spôsoby získavania energií, ako súčasne aj na politiku a implementáciu biopalív do dopravného a energetického sektora.

## POĎAKOVANIE

Tento článok vznikol vďaka podpore projektu Inkubátor nových nápadov a myšlienok č. 1369 (2016): Štúdium syntézy a následného využitia rôznych druhov nanokompozitov.

## ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] Slovenská inovačná a energetická agentúra, "Návrh energetickej politiky SR."
- [2] EurActiv, "Klimatická a energetická politika EÚ do roku 2030 \_ Verzia pre tlač \_ Európska únia - portál o EÚ \_ Euractiv," 2014. [Online]. Available: [http://www.euractiv.sk/verzia-pre-tlac/zoznam\\_liniek/klimaticka-a-energeticka-politika-eu-s-vyhľadom-do-roku-2030-000333](http://www.euractiv.sk/verzia-pre-tlac/zoznam_liniek/klimaticka-a-energeticka-politika-eu-s-vyhľadom-do-roku-2030-000333).
- [3] D. Hoornweg and P. Bhada-tata, "What a waste: A global review of solid waste management.," World Bank, Urban Dev. Ser. Knowl. Pap., 2012.
- [4] D. Hoornweg, P. Bhada-tata, and C. Kennedy, "Waste production must peak this century.," Nature, vol. 502, no. 7473, pp. 615–617, 2013.
- [5] M. Hajbabaie, G. Karavalakis, K. C. Johnson, J. Guthrie, A. Mitchell, and T. D. Durbin, "Impacts of biodiesel feedstock and additives on criteria emissions from a heavy-duty engine," Fuel Process. Technol., vol. 126, pp. 402–414, 2014.
- [6] C. Zandonella, "Startup born in Princeton lab turns carbon dioxide into fuels," 2012. [Online]. Available: <http://www.princeton.edu/main/news/archive/S33/95/96G16/index.xml?section=featured>.
- [7] P. Marathe, "Copper clusters capture and convert carbon dioxide to make fuel." 2015.
- [8] M. Posp and C. Dosud, "Alternativní paliva – možnosti výroby syntetických pohonných hmot," pp. 1307–1315, 2007.
- [9] S. S. Ail and S. Dasappa, "Biomass to liquid transportation fuel via Fischer Tropsch synthesis – Technology review and current scenario," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 58, pp. 267–286, 2016.
- [10] J. Milano, H. C. Ong, H. H. Masjuki, W. T. Chong, M. K. Lam, P. K. Loh, and V. Vellayan, "Microalgae biofuels as an alternative to fossil fuel for power generation," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 58, pp. 180–197, May 2016.