

TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE

Uređuje: Marin Kovačić



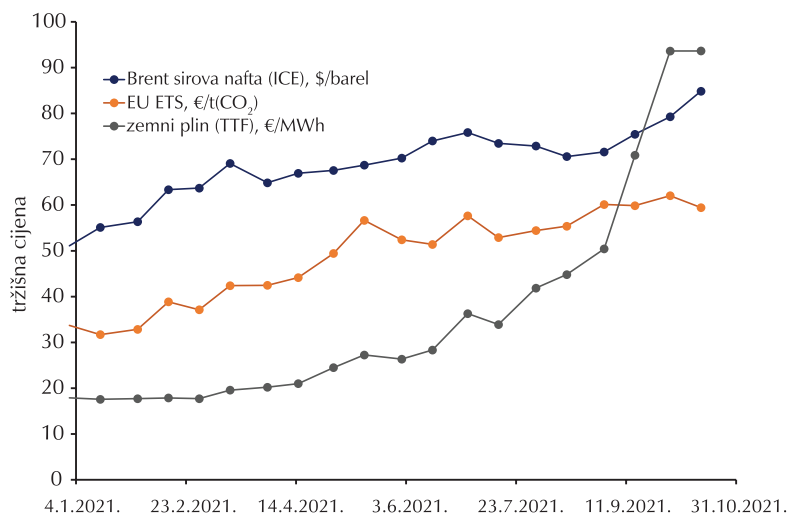
M. Kovačić*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za polimerno inženjerstvo i organsku
kemijsku tehnologiju procesa, Savska cesta 16, 10 000 Zagreb

Rastuće cijene energenata – novi impuls vodiku?

U posljednje vrijeme svjedoci smo strelovitog rasta cijena energenata na svjetskom tržištu od čijih su posljedica građani barem u vrijeme pisanja ovoga teksta za sad pošteđeni. Međutim, velika potražnja za prirodnim plinom u Aziji uslijed ponovnog pokretanja mnogobrojnih zaustavljenih proizvodnih pogona tijekom ove godine rezultirala je porastom cijene plina za više od 300 %.¹ Cijena sirove nafte na svjetskim tržištima također raste (slika 1), tako je, primjerice, tržišna cijena barela sirove Brent nafte porasla sa 71,6 USD po barelu (159 litara) 1. rujna na 84,5 USD po barelu 20. listopada, uz trend daljnjeg rasta.² Nadalje, raste i cijena emisijskih jedinica CO₂ na europskom tržištu (EU ETS), pri čemu je cijena emisije po toni CO₂ gotovo dvostruko veća nego početkom godine, što je rezultat velike potražnje za ugljenom.^{3,4}

Porast cijena energenata sasvim sigurno će se negativno odraziti na stope inflacije te na globalne ekonomske pokazatelje rasta, međutim možemo se nadati da će se stanje na tržištu energenata stabilizirati početkom 2022. Takav dramatičan porast cijena sličan je prvoj velikoj energetskej krizi 1973., premda je splet okolnosti te okidač sada bitno drugačiji nego tada, kada su zemlje OPEC-a uvele embargo na izvoz nafte državama koje su podupirale Izrael u tzv. Jomkipurskom ratu. Energetske krize bolno podsjećaju društvo da je potrebno smanjiti energetske ovisnosti o drugima te služiti kao poticaj obnovljivim i alternativnim izvorima kao mogući odgovor na takve probleme. Uz osiguravanje energetske neovisnosti, EU je postavio ambiciozne ciljeve za smanjenje emisija CO₂. "Dekarbonizacija", odnosno smanjenje uporabe fosilnih goriva i povećanje energetske neovisnosti Europe jesu (infra)strukturne promjene koje zahtijevaju zrele i dokazane tehnologije. Imajući to na umu, ostvarenje ciljeva dekarbonizacije EU-a moglo bi se prema ekonomskim analizama povoljno odraziti na standard građana, pri čemu bi investicija u dekarbonizaciju bila uvelike amortizirana uštedama u utrošku primarne energije.⁶ Jedan od najvećih izazova u dekarbonizaciji je smanjenje emisija u sektoru prijevoza, u kojem je drastično smanjenje emisija nužno za ostvarenje ciljeva EU-a o CO₂-neutralnoj ekonomiji do 2050. Naime, u 2019. godini sektor prijevoza doprinio je s oko 825 000 kt ekvivalenta CO₂ ukupnim emisijama EU-a, ukupnog udjela od čak 28,3 %.⁷ Premda prodajni rezultati na tržištu EU-a ukazuju na kontinuirano povećanje udjela električnih vozila i tzv. priključnih "plug-in" hibrida (vozila s motorom na unutarnje izgaranje i elektromotorom), te kako je prodaja električnih vozila premašila broj onih s dizelskim motorima, ukupan broj električnih vozila na cestama i dalje je malen.⁸ Međutim, daljnji trend dekarbonizacije sektora prijevoza daljnjom elektrifikacijom voznog par-



Slika 1 – Usporedba trenda cijena barela sirove Brent nafte na burzi Intercontinental Exchange Europe, emisijske jedinice CO₂ te zemnog plina na nizozemskom The Title Transfer Facility tijekom 2021.

ka dugoročno je pod upitnikom. Prije svega pitanje je koliko su potpuno električna vozila ekološki održiva, ponajprije zbog proizvodnje baterija. Prema sadašnjem stanju proizvodnja baterija, samo jedna od komponenti u električnom vozilu rezultira većom magnitudom ukupnih negativnih utjecaja na okoliš nego što ima proizvodnja vozila opremljena motorom s unutarnjim sagorijevanjem, primarno zbog potrebe za eksploatacijom tzv. elemenata rijetkih zemalja i litija, uporabe velike količine otapala te potrebe za razmjerno većim količinama energije tijekom same proizvodnje baterija.⁹ Primjerice, prema studiji Zackrisson i sur., proizvodnja baterije kapaciteta 10 kWh za hibridno vozilo rezultira jednakim emisijama CO₂ kao i sama uporaba baterije u vozilu tijekom očekivanog vijeka trajanja vozila.¹⁰ Daljnja elektrifikacija voznog parka može dovesti i do povećanja opterećenja postojeće elektrodistribucijske mreže preko predviđenih kapaciteta. Očekuje se da će do 2050. biti potrebno osigurati dodatnih 20 GW električne energije samo za opskrbu električnih vozila u Njemačkoj.¹¹ Usporedbe radi, ukupni proizvodni kapaciteti RH električne energije su oko 3,6 GW. Mišljenja su podijeljena oko pitanja imaju li postojeće elektrodistribucijske mreže sposobnost prihvata većeg broja električnih vozila, osobito u scenariju brojne uporabe tzv. režima "brzog punjenja". Očekuje se da će mreži pomoći šira implementacija tzv. "pametnih" mreža, kojom bi se automatski balansirali zahtjevi potrošača i kapaciteti proizvođača te stavio primat na punjenje vozila u vremenima kada je proizvodni kapacitet obnovljivih izvora najveći.¹¹ Međutim, značajan primjenski nedostatak električnih vozila je sporo punjenje. Čak i pri najvećim brzinama punjenja potrebno je barem 20 do 30 minuta, ponekad i do sat vremena za postizanje punog kapaciteta baterija. U slučaju postizanja većeg udjela električnih vozila u voznom parku, postavlja se pitanje praktičnosti čekanja u

* Doc. dr. sc. Marin Kovačić
e-pošta: mkovacic@fkit.hr



Slika 2 – Toyotin trkači prototip pogonjen motorom s unutarnjim sagorijevanjem vodika na stazi Fuji Speedway u Japanu (lijevo), nadopunjavanje prototipa stlačenim vodikom (desno)

dugim redovima na punionicama električnih vozila, primjerice, tijekom turističke sezone na autocestama prema Jadranu. Premda se razvijaju nove suhe litijske baterije koje bi trebale osigurati veći kapacitet te znatno kraća vremena punjenja, neizvjesno je kad će tehnologija zaživjeti, prema nekim prognozama ne prije 2030. godine. U međuvremenu, Toyota je usmjerila pozornost prema već pomalo zanemarenom vodikom. Vodik je bio u fokusu već sedamdesetih godina prošlog stoljeća, kad se očekivalo da će vodik proizveden elektrolizom vode biti značajan faktor u budućnosti. Međutim, zanimljivo je da nije riječ o vozilu na pogonu s gorivnim ćelijama, kakav je Toyota već proizvela i stavila na tržište, već je riječ o vozilu opremljenom motorom s unutarnjim sagorijevanjem vodika. Dakle, Toyota se odlučila na fuziju dobro poznate i usavršene tehnologije Ottova motora i pratećeg sklopovlja uz prilagodbu sustava pohrane i distribucije, odnosno ubrizgavanja goriva. Ispušni plinovi iz takvog motora gotovo su u potpunosti vodena para, međutim motor ipak generira NO_x te vrlo male količine CO_2 uslijed sagorijevanja ulja. Zanimljivo je da je Toyota svoj prototip odlučila ispitati tijekom utrke izdržljivosti 24 sata Fuji Speedway.

Automobil je uspješno završio utrku, s ukupno prijeđenih 1634 km, premda su gotovo trećinu vremena mehaničari i inženjeri proveli popravljajući različite kvarove, koji su bili uglavnom elektroničke naravi. Usprkos tome automobil je dokazao koncept u ekstremnim uvjetima te su inženjeri prikupili vrijedne podatke temeljem kojih će ga zasigurno unaprijediti.^{12,13} Vodik kao gorivo zanimljiv je ne samo sa stajališta primjene tehnologije Ottova motora, već su moguća znatno kraća vremena punjenja u odnosu na električna vozila. Usporedbe radi, punjenje spremnika vodika trajalo je do 7 minuta, premda je zahtijevalo češća punjenja nego trkači automobili na benzin. Nadalje, prednost implementacije vodika kao goriva u širem pogledu mogla bi osigurati opstojnost čitavog niza stručnih djelatnosti za proizvodnju i održavanje vozila s motorima s unutarnjim sagorijevanjem. Toyotin pothvat vjerojatno je uvelike potaknut od strane japanske Vlade, prema čijim projekcijama bi u slučaju potpune elektrifikacije voznog parka izgubili oko milijun radnih mjesta. Međutim, do šire implementacije vodika u vozilima potrebno je riješiti problem proizvodnje i infrastrukture opskrbe vodikom. Vodik se danas, naime, uglavnom proizvodi reformiranjem metana, odnosno prirodnog plina, dok udio obnovljivih izvora u globalnoj proizvodnji vodika iznosi svega 0,1 %¹⁴ Nadalje, tehnologija pohrane vodika kakvu je upotrijebio Toyotin prototip koristi se radnim tlakom od oko 750 bar, kakvim se koriste i vozila s vodikovim gorivnim ćelijama, što zahtijeva skupu tehnologiju punjenja. Međutim, mreža punionica vodika u svijetu raste, pri čemu se očekuje da će INA prvu punionicu na teritoriju RH otvoriti do 2025. godine.¹⁵

Potencijal za ubranu dekarbonizaciju vodikom svakako postoji, te će vrijeme vjerojatno ubrzo pokazati u kolikoj mjeri će vodik zaživjeti. Ako vodik kao gorivo u dogledno vrijeme ipak zaživi, možda nećemo tako skoro ostati bez osjećaja u vožnji kakav imaju motori s unutarnjim sagorijevanjem, no sa znatno čistijim ispuhom.

Literatura

1. URL: <https://www.reuters.com/business/energy/global-markets-gas-2021-09-20/> (20. listopada 2021.).
2. URL: <https://www.cnbc.com/quotes/@LCO.1> (20. listopada 2021.).
3. URL: <https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/> (20. listopada 2021.).
4. URL: <https://blogs.imf.org/2021/10/21/surging-energy-prices-may-not-ease-until-next-year/> (22. listopada 2021.).
5. URL: <https://kreativno.hr/poceci-razvoja-cistih-tehnologija-u-auto-industriji/> (20. listopada 2021.).
6. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-the-european-union-could-achieve-net-zero-emissions-at-net-zero-cost> (24. listopada 2021.).
7. URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (24. listopada 2021.).
8. URL: <https://www.economist.com/graphic-detail/2021/10/01/european-sales-of-electric-vehicles-have-nosed-ahead-of-diesels> (24. listopada 2021.).
9. URL: <https://pre-sustainability.com/articles/electric-vehicles-are-best-for-green-mobility-myth-or-not/> (24. listopada 2021.).
10. M. Zackrisson, L. Avellán, J. Orlenius, Life cycle assessment of lithium-ion batteries for plug-in hybrid electric vehicles – Critical issues, *J. Clean. Prod.* **18** (2010) 1519–1529, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.06.004>.
11. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-potential-impact-of-electric-vehicles-on-global-energy-systems> (24. listopada 2021.).
12. URL: <https://toyotatimes.jp/en/insidetoyota/150.html> (18. listopada 2021.).
13. URL: <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/35209996.html> (18. listopada 2021.).
14. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9e3a3493-b9a6-4b7d-b499-7ca48e357561/The_Future_of_Hydrogen.pdf (24. listopada 2021.).
15. URL: <https://www.vecernji.hr/biznis/ina-ce-do-2025-imati-prvu-komercijalnu-punionicu-vodika-1525647> (24. listopada 2021.).