

OFFSHORE WIND ENERGY - THE CATALYST FOR GLOBAL ECONOMY TRANSFORMATION?

ENERGIJA VJETRA NA MORU – KATALIZATOR ZA TRANSFORMACIJU GLOBALNOG GOSPODARSTVA?

BILAS, Vlatka & TRIFUNIĆ, Lana

Abstract: *The aim of this paper is to analyse and present the determinants of offshore wind energy and trends in the use of offshore wind energy through the prism of the potential and perspectives of offshore wind for achieving low-carbon economy and climate neutrality. Research has shown that offshore wind industry has gained momentum in recent years on a global level, resulting in a number of positive multiplier effects on the environment and related industries, through the application of sustainable development postulates and circular economy throughout the life cycle.*

Key words: *offshore wind energy, renewable energy sources in Europe, sustainable development, climate neutrality, low-carbon economy*

Sažetak: *Cilj rada je analiza i prikaz odrednica energije vjetra na moru i trendova korištenja energije vjetra na moru kroz prizmu potencijala i perspektive energije vjetra na moru za postizanje niskougljičnog gospodarstva i klimatske neutralnosti. Istraživanje je pokazalo da je industrija energije vjetra na moru posljednjih godina uzela zamah na globalnoj razini, rezultirajući s brojnim pozitivnim multiplikativnim učincima na okoliš i povezane industrije, kroz primjenu postulata održivog razvoja i kružne ekonomije kroz cijeli životni ciklus.*

Ključne riječi: *energija vjetra na moru, obnovljivi izvori energije u Europi, održivi razvoj, klimatska neutralnost, niskougljično gospodarstvo*



Authors' data: Bilas, Vlatka prof. dr. sc., Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Trg J.F. Kennedyja 6, 10000 Zagreb, vbilas@efzg.hr; Trifunić, Lana, Notitia d.o.o., Horvaćanska 174, 10000 Zagreb, lana.trifunic@notitia.hr

1. Uvod

U današnje vrijeme uznapredovanih klimatskih promjena, nastalih primarno zbog korištenja neobnovljivih izvora energije poput fosilnih goriva, energija vjetra kao obnovljivi izvor energije (skraćeno: OIE) ima velik potencijal za zadovoljavanje energetske potrebe stanovništva na svjetskoj razini. Za razliku od fosilnih goriva, energija vjetra dolazi iz obnovljivih izvora, ne troši vodu te je „čista“ odnosno ne proizvodi stakleničke plinove niti zagađivače zraka. Danas je industrija proizvodnje energije vjetra, kroz vjetroelektrane na kopnu (kopnene vjetroelektrane) ili na moru (pučinske vjetroelektrane), od izuzetne važnosti kao alternativni i obnovljivi izvor energije, koji u potpunosti može zamijeniti fosilne izvore energije. Cilj rada je, promatrajući trendove korištenja energije vjetra na moru na globalnoj razini u drugom dijelu te njegove odrednice u trećem dijelu, prikazati generalno razvidnu globalnu volju za razvojem centraliziranog niskougljičnog gospodarstva temeljenog na obnovljivim izvorima energije, s posebnim fokusom na tehnologijama za proizvodnju energije vjetra na moru, kao što su pučinske vjetroelektrane [1]. Četvrti dio rada prikazuje zaključak.

2. Trendovi korištenja energije vjetra na moru – perspektiva za niskougljično gospodarstvo u Europi i svijetu

Globalno tržište energije vjetra iz pučinskih vjetroelektrana je u razdoblju od 2010. do 2020. godine raslo u prosjeku 22% godišnje [2] – primjerice, 2016. godine instalirani kapaciteti pučinskih vjetroelektrana iznosili su 14 GW, dok su 2020. godine porasli do nešto više od 35 GW [3], a što je činilo 5% ukupnog globalnog kapaciteta energije vjetra 2020. godine [2]. Drugim riječima, na globalnoj razini, samo tijekom 2020. godine instalirano je novih 93 GW ukupnog kapaciteta vjetroelektrana (kopnenih i pučinskih zajedno), od čega je kapacitet kopnenih vjetroelektrana iznosio otprilike 86,9 GW, a čak 6,1 GW je bilo kapaciteta pučinskih vjetroelektrana [4]. Nakon Europe, Azija je drugo po veličini tržište električne energije proizvedene iz pučinskih vjetroelektrana te je u 2020. godini imala instalirano ukupno 7.791 MW kapaciteta pučinskih vjetroelektrana, s čak 73 projekta pučinskih vjetroelektrana u tijeku [5]. Još u procjenama iz 2020. godine, Globalno vijeće za energiju vjetra je smatralo da će pučinski vjetar imati ključnu ulogu i doprinos u oporavku od ekonomske krize uslijed COVID-19 pandemije [6]. Tako se procjenjuje da će tijekom ovog desetljeća biti dodatno instalirano 235 GW novih kapaciteta pučinskih vjetroelektrana, rezultirajući s ukupno 270 GW kapaciteta pučinskih vjetroelektrana do 2030. godine [2], a prema nekim kalkulacijama i do čak 408 GW kapaciteta pučinskih vjetroelektrana do 2050. godine [1]. Morski/oceanski energetske sektor odnosno sektor energije vjetra na moru neupitno predstavlja veliki potencijal u doprinosu ponudi obnovljivih izvora energije, a udjel električne energije koji će se moći proizvoditi na pučinskim vjetroelektranama diljem svijeta procijenjen je na oko 7% do 2050. godine [7]. Osim toga, prema Izvješću Europske unije o plavoj ekonomiji iz 2021. godine, u industriji energije vjetra na moru zabilježeno je i povećanje zaposlenosti za 15% u samo godinu dana, u razdoblju od 2017. do 2018.

godine [8]. U Europi je također razvidan trend razvoja vjetroelektrana, što je rezultiralo stabilnim povećanjem kapaciteta vjetroelektrana (pučinskih i kopnenih) u Europi u razdoblju od 2009. do 2019. godine [9]. Komparativnom analizom je vidljivo da se proizvodnja električne energije iz kopnenog vjetra propulzivnije razvijala od proizvodnje električne energije iz pučinskog vjetra – još 2009. godine Europa je imala 75 GW kapaciteta kopnenih vjetroelektrana, a koji se do 2019. godine povećao do 183 GW [9]. S druge strane, 2009. godine Europa je započela proizvodnju iz energije pučinskog vjetra sa zabilježenih tek 2 GW kapaciteta pučinskih vjetroelektrana, što se 2019. godine povećalo na 22 GW kapaciteta pučinskih vjetroelektrana [9]. Prema posljednjim podacima, Europa je do 2020. godine imala instalirano otprilike 25 GW (25.073 MW) kapaciteta pučinskih vjetroelektrana [5]. Trendovi također pokazuju i da će daljnji razvoj i inovacije tehnologija vjetroturbina poboljšati učinkovitost i otpornost vjetroturbina, a što će u konačnici i otvoriti nove tržišne prilike za vjetroelektrane na moru i općenito dekarbonizaciju energetske sustava na globalnoj razini [6].

3. Energija vjetra na moru – ključne odrednice u postizanju klimatske neutralnosti

Ključni megatrendovi u području proizvodnje električne energije iz energije vjetra u posljednje su vrijeme došli do izražaja kao rezultat ubrzanih klimatskih promjena, ali svakako i sve većeg podizanja svijesti o klimatskim promjenama i ulaganja napora u postizanje klimatske neutralnosti kako bi se ublažile klimatske promjene i sačuvao okoliš kroz održivi razvoj. Primjerice, iako istraživanja, razvoj, inovacije i nove tehnologije često za sobom povlače i visoke troškove, u području pučinskih vjetroelektrana istraživanja su ipak pokazala padajući trend. Naime, najnovija istraživanja iz 2020. godine pokazuju da se ujednačeni trošak energije (eng. *levelized cost of energy* - LCOE) u vjetroelektranama na moru u razdoblju od 2014. do 2019. godine smanjio za 28-49% [10], a što je daleko veće smanjenje od ranijih predviđanja iz 2015. godine [11]. Također, cijena energije iz obnovljivih izvora se smanjila [12], a što je nepobitno značajna prednost u naporima ka dekarbonizaciji i u borbi s klimatskim promjenama. Međutim, ozbiljnost globalne klimatske situacije svakako upućuje brojna upozorenja, kao što je održivost ne samo resursa, već i cijelog životnog ciklusa proizvodnje energije iz obnovljivih izvora kroz kružnu ekonomiju. Više od 80% cijele vjetroturbine sastoji se od materijala koje je moguće reciklirati, kao što su čelik, željezo, bakar i aluminij [3], a omjere i sastave je moguće rekalkulirati i prilagoditi u svrhu veće održivosti i kasnije jednostavnije i učinkovitije reciklaže, kako bi svi elementi opreme mogli biti ponovno iskorišteni, ili reciklirani, ili održivo zbrinuti [3]. Osim toga, razvoj pučinskih vjetroelektrana ima značajan utjecaj i na druge povezane industrije i lanac vrijednosti [13]. Cijeli životni ciklus postrojenja za proizvodnju energije vjetra uključuje niz drugih industrija i sektora koji sudjeluju u lancu vrijednosti te se pozitivni učinci razvoja industrije energije vjetra prelijevaju na sve ključne dionike [13], rezultirajući tako ne samo pozitivnim učincima na okoliš, nego i intenziviranjem ostalih povezanih industrija. Međutim, svi

veliki projekti, pa tako i projekti energetske tranzicije, moraju biti utemeljeni na znanstvenim istraživanjima kako bi se osigurala njihova održivost i eliminirala mogućnost negativnog učinka na okoliš i različite ekosustave [14].

4. Zaključak

Energija vjetra na moru ključni je alat Europske unije pomoću kojeg se može osigurati neutralan klimatski utjecaj te se očekuje da će upravo energija vjetra iz mora u najvećoj mjeri doprinijeti ostvarenju ciljeva obnovljivih izvora energije za postizanje klimatske neutralnosti globalnog gospodarstva, a što je vidljivo i iz brojnih uspješnih rezultata Europe i svijeta u industriji energije vjetra na moru. Proizvodnja energije vjetra na moru vrlo je propulzivna industrija koja vodi računa o povećanju održivosti i primjeni postulata kružne ekonomije kroz sve faze životnog ciklusa proizvodnog postrojenja, kako bi energija vjetra s mora u najvećoj mogućoj mjeri bila održiva, obnovljiva i pritom klimatski neutralna i pogodna za okoliš. To podrazumijeva brigu o održivom zbrinjavanju istrošenih elemenata postrojenja i/ili njihovoj ponovnoj uporabi ili potpunoj prenamjeni, a što ima pozitivne učinke ne samo na očuvanje okoliša, postizanje održivosti, niskougličnog gospodarstva i klimatske neutralnosti, već i na intenziviranje drugih povezanih industrija, a što u konačnici dovodi do povećanja konkurentnosti i transformacije gospodarstva na globalnoj razini, uz primjenu postulata održivog razvoja. Ključna prednost rada leži u jedinstvenom i objedinjenom pregledu aktualnih odrednica i trendova energije vjetra, dok se nedostaci očituju u ograničenosti javne dostupnosti najnovijih podataka te spore prirode procesa razvoja projekata vjetroelektrana na moru. Iz navedenog proizlazi preporuka za obnovu analize u budućem razdoblju kako bi se usporedio ostvareni napredak s planiranim aktivnostima te kako bi se novi podaci revidirali i objedinili te upotrijebili za razvoj novih preporuka u svrhu postizanja transformacije gospodarstva i klimatske neutralnosti.

5. Literatura

- [1] Kättlitz, A.; Cavarretta, M. C.; Buyuk, N.; Lebois, O. & Boersma, P. (2021). TYNDP 2022 Draft Scenario Report. ENTSOG & ENTSO-E, Brussels. *Dostupno na:* https://2022.entsos-tyndp-scenarios.eu/wp-content/uploads/2021/09/2021-10-TYNDP_2022_Draft_Scenario_Report.pdf *Pristup:* 1.3.2022.
- [2] Lee, J. & Zhao, F. (2021). GLOBAL OFFSHORE WIND REPORT 2021. Global Wind Energy Council, Brussels. *Dostupno na:* <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/09/GWEC-Global-Offshore-Wind-Report-2021.pdf> *Pristup:* 1.3.2022.
- [3] Lee, J. & Zhao, F. (2021). GLOBAL WIND REPORT 2021. Global Wind Energy Council, Brussels. *Dostupno na:* <http://www.indiaenvironmentportal.org.in/files/file/global%20wind%20report%202021.pdf> *Pristup:* 1.3.2022.
- [4] REN21 Secretariat (2021). RENEWABLES 2021 GLOBAL STATUS REPORT. REN21 Secretariat, Paris. *Dostupno na:* https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf *Pristup:* 1.3.2022.

- [5] National Renewable Energy Laboratory (NREL) (2021). Offshore Wind Market Report: 2021 Edition. *Dostupno na:* https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-08/Offshore%20Wind%20Market%20Report%202021%20Edition_Final.pdf
Pristup: 1.3.2022.
- [6] Global Wind Energy Council (2020). Key findings. *Dostupno na:* <https://gwec.net/global-offshore-wind-report-2020/#key-findings> *Pristup:* 1.3.2022.
- [7] Schweizer, J; Antonini, A.; Govoni, L.; Gottardi, G.; Archetti, R.; Supino, E.; Berretta, C.; Casadei, C. & Ozzi, C. (2016). Investigating the potential and feasibility of an offshore wind farm in the Northern Adriatic Sea. *Applied Energy*, 177 (2016) 449-463 *Dostupno na:* <https://www.semanticscholar.org/paper/Investigating-the-potential-and-feasibility-of-an-Schweizer-Antonini/1a58a634c931446b635f4e7b9a2ed5f876cd5de4> *Pristup:* 1.3.2022.
- [8] Addamo, A.; Calvo Santos, A.; Carvalho, N.; et al. (2021) The EU blue economy report 2021. *Europska komisija, Glavna uprava za pomorstvo i ribarstvo, Publications Office.* *Dostupno na:* <https://op.europa.eu/hr/publication-detail/-/publication/0b0c5bfd-c737-11eb-a925-01aa75ed71a1> *Pristup:* 1.3.2022.
- [9] Komusanac, I.; Brindley, G. & Fraile, D. (2020). Wind energy in Europe in 2019 - Trends and statistics. *WindEurope, Brussels.* *Dostupno na:* <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-in-europe-in-2019-trends-and-statistics/> *Pristup:* 1.3.2022.
- [10] Wisner, R., Rand, J., Seel, J. & et al. (2021) Expert elicitation survey predicts 37% to 49% declines in wind energy costs by 2050. *Nat Energy*, 6 (travanj 2021) 555–565. *Dostupno na:* <https://www.nature.com/articles/s41560-021-00810-z>
Pristup: 1.3.2022.
- [11] European Commission (2022). Onshore and offshore wind. *Dostupno na:* https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/onshore-and-offshore-wind_en
Pristup: 1.3.2022.
- [12] Wood, J. (2021). Renewable energy is cheaper than previously thought, says a new report - and could be a gamechanger in the climate change battle. *World Economic Forum.* *Dostupno na:* https://www.weforum.org/agenda/2021/10/how-cheap-can-renewable-energy-get?utm_source=facebook&utm_medium=social_scheduler&utm_term=SDG+13:+Climate+Action&utm_content=18/10/2021+21:30&fbclid=IwAR1n9LAVYc-WzFrdGglp0dVRRXCxEjr7cuf2UEH6rZ8scnQ5MK-Bhx0DjiA *Pristup:* 1.3.2022.
- [13] IRENA (2018). Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Capacity for Offshore Wind, IRENA, Abu Dhabi. *Dostupno na:* https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/May/IRENA_Leveraging_for_Offshore_Wind_2018.pdf *Pristup:* 1.3.2022.
- [14] Draget, E. (2014). Environmental Impacts of Offshore Wind Power Production in the North Sea - A Literature Overview. *WWF-World Wide Fund For Nature (Formerly World Wildlife Fund), Oslo, Norway.* *Dostupno na:* https://media.wwf.no/assets/attachments/84-wwf_a4_report_havvindrapport.pdf
Pristup: 1.3.2022.