

DOI: <https://doi.org/10.5592/CO/ZT.2021.03>

SOLARNE ELEKTRANE I UNUTARNJA HIDROENERGIJA VODOOPSKRBNIH SUSTAVA - MOGUĆE RJEŠENJE ODRŽIVOSTI

SOLAR POWER PLANTS AND INTERNAL HYDRO POWER OF WATER SUPPLY SYSTEMS - A POSSIBLE SUSTAINABILITY SOLUTION

Tatjana Džeba¹

(1) Sveučilište u Mostaru, Građevinski fakultet, Matice hrvatske b.b., Mostar,
tatjana.dzeba@gf.sum.ba

Sažetak

U ovome članku prikazat će se recentne primjene obnovljivih izvora energije i istraživanja o mogućnosti energetske održivosti vodoopskrbnih sustava uporabom obnovljivih izvora energije u hibridnome sustavu kao vanjskomu izvoru energije i iskorištavanju raspoloživoga viška tlaka u vodoopskrbnim sustavima preko turbinskoga rada crpke u cijevi. Naglasak se stavlja na solarne fotonaponske elektrane.

Ključne riječi: urbani vodni sustav, obnovljivi izvori energije, vodoopskrba, hibridni sustavi, solarni fotonaponski (PV) paneli, crpke kao turbine, smanjenje štetnih plinova, održivost sustava

Abstract

This paper will present recent applications of renewable energy sources and research on the possibility of energy sustainability of water supply systems using renewable energy sources in a hybrid system as an external energy source, and utilization of available excess pressure in water supply systems through turbine pump operation. Emphasis is placed on solar photovoltaic power plants.

Keywords: urban water system, renewable energy sources, water supply, hybrid systems, solar photovoltaic (PV) panels, pumps as turbines, reduction of harmful gases, system sustainability

1. Uvod

Komunalna poduzeća koriste energiju za razne namjene. Količina utrošene energije nije zanemariva. Istraživanje provedeno na temelju analize telemetrijskih podataka o potrošnji vode u Thames Water Utilities Ltd (TWUL), najvećoj tvrtki za vodu i otpadnu vodu u Velikoj Britaniji koja opslužuje London, jedan od najvećih megagrađova u svijetu, pokazuje kako je energetska intenzivnost vodnih usluga u svakoj uslužnoj zoni komunalnoga poduzeća izmjerena u rasponu 0,46 – 0,92 kWh/m³ [1]

Rezultati studije provedene u Oslu u Norveškoj i Nantesu u Francuskoj pokazuju kako bi se za nekoliko godina, uvodeći nove tehnologije te koristeći pravilno nusproizvode (bioplina i mulj iz otpadnih voda), moglo nadoknaditi do dvije trećine energije koju koriste komunalne tvrtke te tako povećati njihova održivost [2]. Ista studija navodi kako otiske ugljika u svezi s potrošnjom vode, odnosno 25 kg CO₂ / stan. god. u Nantesu i 45,5 kg CO₂ / stan. god. u Oslu, ne smatraju izuzetno visokima u odnosu na ostale usluge. Međutim, utjecaji ugljika u svezi s količinom potrošene energije prilično su visoki: 215 g CO₂ / kWh za francusku tvrtku i 145 g CO₂ / kWh za norvešku tvrtku.

U Španjolskoj približno 5,8 % ukupne potražnje za električnom energijom dolazi iz sektora voda [3]. U studiji provedenoj 2008. godine [4] procijenjeno je kako 5,5 % emisija stakleničkih plinova u Velikoj Britaniji dolazi iz gradske uporabe vode. Proizvodnja vode, tj. dovod pitke vode i tretman otpadnih voda iznosi 0,8 % emisije stakleničkih plinova u Velikoj Britaniji

Koristeći zabilježene podatke s istoga općinskoga komunalnog okruga Bay u Kaliforniji, kalibriran je model energije koja se koristi u vodoopskrbi, pročišćavanju pitke vode, crpljenju i pročišćavanju otpadnih voda koje provodi komunalno poduzeće, te je procijenjen otisak ugljika za urbani vodni ciklus u iznosu od 372 kg CO₂ / osobi / godini, što predstavlja približno 4 % ukupnih emisija po stanovniku u Kaliforniji. Dobavljač električne energije, radna skupina PG&E, iznosi podatak o emitiranju 0,24 kg CO₂ / kWh opslužene električne energije [5].

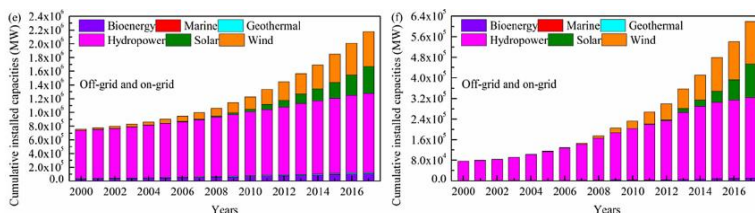
U ovome radu prikazat će se recentne primjene obnovljivih izvora energije i istraživanja o mogućnosti energetske održivosti vodoopskrbnih sustava uporabom obnovljivih izvora energije u hibridnome sustavu kao vanjskomu izvoru energije i iskorištavanje raspoloživoga viška tlaka u vodoopskrbnim sustavima preko turbinskoga rada crpke u cijevi. Za ukupnu održivost vodoopskrbe, također, važnu tehnološku, energetska i sigurnosnu funkciju imaju vodospremnici [6].

2. Obnovljivi izvori energije: rastući trend i primjeri iz prakse

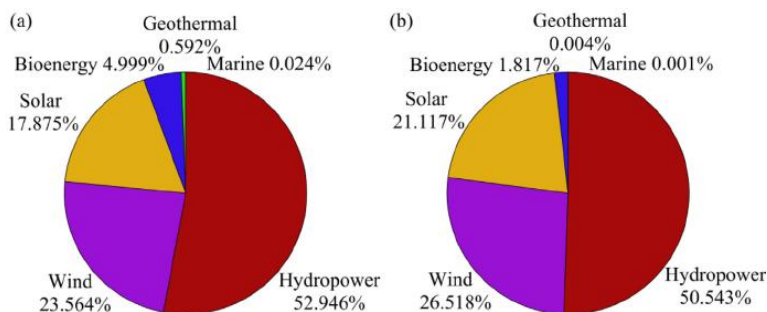
Obnovljivi izvori energije sve više dobivaju na važnosti, primjerice, potrošnja energije proizvedene u postrojenjima za obnovljive izvore u SAD-u 2020. godini rasla je već petu godinu zaredom i dosegla rekordan iznos od 12 % ukupne američke potrošnje energije. Istodobno, obnovljivi izvori bili su jedini izvor energije u SAD-u čija je potrošnja u 2020. godinu porasla u odnosu na 2019. godinu jer su pale i potrošnja fosilnih goriva i potrošnja nuklearne energije. Najveći udio u ukupnoj potrošnji energije iz obnovljivih izvora SAD-a, 26 %, otpada na vjetroenergiju. Na hidroenergiju, odnosno na hidroelektrane, otpada 22 %, na energiju iz biomase (šumske biomase i otpada) također 22 %, na biogoriva (bioetanol, biodizel itd.) otpada 17 %, dok na solarnu energiju otpada 11 % potrošnje energije iz obnovljivih izvora u SAD-u, a iz nje se proizvode električna (u solarnim elektranama i solarnim termoelektranama) i toplinska energija (u solarnim toplinskim sustavima i solarnim toplanama). Pri tome se njezina potrošnja u 2020. u odnosu na prethodnu godinu povećala za 22 % [7].

Uspoređujući kumulativne instalirane kapacitete različitih obnovljivih izvora energije (hidroenergija, solarna energija, energija vjetra, bioenergija, energija mora i geotermalna energija), može se vidjeti kako u svijetu i u Kini u razdoblju od 2000. do 2017. godine uporaba solarne i energije vjetra ima najbrži rast u odnosu na ostale obnovljive izvore energije. Navedeno je prikazano na Slici 1

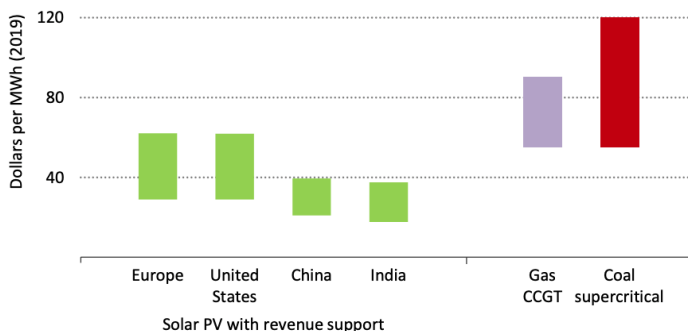
Slika 2 pokazuje kako hidroenergija, solarna energija i energija vjetra iznose približno 94,4 % ukupne instalirane obnovljive energije u svijetu (a) i u Kini (b) [8].



Slika 1. Kumulativni instalirani kapaciteti različitih obnovljivih izvora energije (hidroenergija, solarna energija, energija vjetra, bioenergija, energija mora i geotermalna energija) u svijetu i u Kini u razdoblju od 2000. do 2017. godine. [8]



Slika 2. Postotak instaliranih kapaciteta različitih obnovljivih izvora energije u 2017. godini (a) u svijetu i (b) u Kini [8]



Slika 3. Cijene izgradnje solarnih fotonaponskih panela u USD/MWh proizvedene energije uz različite poticaje po zemljama.

Različiti poticaji za uporabu solarne energije čine i razliku u cijeni izgradnje istih koja se u 2019. godini kretala od 20 do 40 USD-a/MWh u Indiji i Kini, odnosno od 30 do 60 USD-a/MWh u Europi i SAD-u, što je prikazano na Slici 3.

2.1. Solarna energija - primjeri uporabe u svijetu i kod nas

Uporaba solarne energije kao jednoga od raspoloživih izvora obnovljive energije nije novina u svijetu. Sve se više grade solarne elektrane za različite namjene radi smanjenja emisije ugljika što predstavlja doprinos u borbi protiv klimatskih promjena. Solarne elektrane grade se na tlu, ali i nad vodonatapnim kanalima (Slika 4) kao i na akumulacijama brana (Slika 5) [9].



Slika 4. Solarni fotonaponski paneli nad vodonatapnim kanalima, Indija [9]



Slika 5. Solarni fotonaponski paneli na akumulaciji brane Gangen, Japan [9]



Slika 6. Plutajuća fotonaponska solarna elektrana u Singapuru [10]



Slika 7. DC Kanovci-Vinkovački vodovod i kanalizacija [12]

U Singapuru je u srpnju 2021. godine puštena u pogon plutajuća solarna elektrana snage 60 MW na vodenoj površini od 45 hektara (Slika 6) koja će proizvoditi dovoljno električne energije za napajanje pet postrojenja za prečišćavanje vode na otoku. Planirana je izgradnja još četiriju takvih solarnih elektrana kako bi ovaj grad u jugoistočnoj Aziji ispunio svoj cilj: do 2025. godine četiri puta povećati svoju proizvodnju solarne energije. Plutajući paneli imaju bolji učinak od krovnih panela (između pet i petnaest posto) zbog učinka hlađenja koji pruža voda i činjenice kako nemaju učinak zaklanjanja sunca od okolnih zgrada. Prema procjeni singapurske Agencije za vodu ovakva solarna elektrana mogla bi pomoći u smanjenju emisije ugljika za oko 32 kilotone godišnje, što je ekvivalent količini ugljika koju proizvede 7000 automobila [10].

Na rezervoaru za opskrbu pitkom vodom u Londonu, koji se nalazi u njegovoj neposrednoj blizini, 2016. godine izgrađena je plutajuća solarna elektrana. Od ukupne količine potrošene struje u tvrtki za preradu pitke vode Thames Water Utility Ltd, koji godišnje iznosi 144 milijuna dolara, iz ove solarne elektrane osigurava se 28 milijuna dolara godišnje [11].

U Republici Hrvatskoj također je rastući trend gradnja solarnih elektrana, a primjer jedne takve za potrebe komunalnoga poduzeća Vinkovci ostvaren je provedbom Interreg IPA programa prekogranične suradnje Hrvatska – Srbija X-DEGREE, čiji je cilj promicanje i unaprjeđenje korištenja raznih oblika obnovljivih izvora energije u prekograničnome području. Osiguranje proizvodnje električne energije imat će pozitivan utjecaj na smanjenje emisije CO₂, a osigurat će i proizvodnju dodatnih kW električne energije iz obnovljivih izvora energije koja će se koristiti za proizvodnju pitke vode u području djelovanja VVK (Slika 7) [12].

U sklopu projekta Energijom sunca do pitke vode tvrtka Vodovod grada Vukovara potpisala je u lipnju 2021. godine ugovor za izgradnju solarne elektrane na krovu pogona i drugih objekata VGV-a, koja je prva od tri planirane faze solarnih elektrana [13]. Općine Vrgorac u RH i Ljubuški u BiH išle su na prijavu Interreg IPA CBC projekta RE-Water [14], tj. izgradnju fotonaponskih panela za hibridni sustav za napajanje crpki na vodocrpljivim ovih dviju općina. Projektna prijava nije prošla u prvome krugu, ali je stavljena na rezervnu listu projekata. U međuvremenu se traže drugi izvori financiranja za provođenje planiranih aktivnosti: u Vrgorcu u sklopu projekta Solar-City, a u Ljubuškom preko UNDP-ja u BiH.

3. Zaključak

Vodoopskrbni sustavi troše velike količine energije za podizanje vode na potrebne projektirane visinske kote kako bi tu istu energiju uništavali u sustavima poput rasteretnih komora ili reduciranje tlaka, što je osobito izraženo na našim područjima gdje je razuđenost potrošača velika, a konfiguracija terena visinski jako promjenjiva (neujednačena). To povlači za sobom velike troškove za električnu energiju koju komunalna poduzeća ne mogu financirati zbog niske cijene 1 m³ vode te njihovo poslovanje nije održivo, a u isto vrijeme povećavaju negativan utjecaj na okoliš stvaranjem i otpuštanjem stakleničkih plinova nastalih korištenjem energije dobivene iz fosilnih goriva.

Studija provedena u Lisabonu 2010. godine pokazala je učinkovitost korištenja hibridnoga sustava (korištenje vjetroenergije i energije iz mreže za razdoblje bez puhanja vjetra) u kombinaciji s korištenjem unutarnje hidroenergije postavljanjem turbine izravno u cijev preko *bypassa* u oknu reduciranoga tlaka. Emisija CO₂ bila je duplo manja u odnosu na korištenje električne energije samo iz elektromreže, a uštede u troškovima bile su značajne [15].

U radu objavljenomu 2018. godine autor je pokazao okvirni koncept kojim je moguće ostvariti održivost sustava osiguranjem kontinuiteta opskrbe električne energije integrirajuću solarnu elektranu s konvencionalnim izvorima energije kroz električnu mrežu ili koristeći vodospremnik kao spremnik energije, uključujući i reverzibilnu hidroelektranu ugrađivanjem crpke kao turbine u vodovodnu cijev [16]. Jedan od izazova koje treba riješiti jest i izbor tipa turbine u promjenjivim uvjetima rada.

Istraživanjem će se dokazati kako je ovakav način rada vodoopskrbnoga sustava pametno rješenje jer će dovesti do vrlo visoke sigurnosti u opskrbi energijom, bolje kontrole troškova i redukcije emisije CO₂.

Literatura

- [1] Majid, A., Cardenes, I., Zorn, C., Russell, T., Colquhoun, K., Bañares-Alcantara, R., W.Hall, J.: An Analysis of Electricity Consumption patterns in the Water and Wastewater Sectors in South East England, UK, Water 2020, vol 12 (issue 1), 2020., 225, <https://doi.org/10.3390/w12010225>
- [2] Vachon, M.: Nantes´ and Oslo´s urban water systems: Assessing benefits from water energy nexus interventions. Report number D1-2012-36, NTNU-Trondheim, 2012., Norwegian University of Science and Technology
- [3] Hardy, L., Garrido, A.&Juana, L.: Evaluation of Spain´s Water-Energy Nexus, International Journal of Water Resources Development, Volume 28, 2012, 151-170, <https://doi.org/10.1080/07900627.2012.642240>
- [4] Reffold, E., & other.: Greenhouse gas emissions of water supply and demand options, Science Report-SC070010, Environment agency, 2008.
- [5] Escriva-Bou, A., Lund, J.R., Pulido-Velazquez, M.: Saving Energy From Urban Water Demand Management, Water Resources Research, Volume 54, Issue 7, (4265-4276), 2018., <https://doi.org/10.1029/2017WR021448>
- [6] Đurin, B., Margeta, J., Bojanić, D.: The Impact of the Water Consumption Regime on the Work of Reservoirs, E-Water 1, 1-21, 2015.
- [7] <http://www.energetika-net.com/vijesti/obnovljivi-izvori-energije/rekordna-potrosnja-energije-iz-obnovljivih-izvora-u-sad-u-32770>, -: 20. 7. 2021.
- [8] Lian, J., Zhang, Y., Ma, C., Yang, Y., Chaima, E.: A review on recent sizing methodologies of hybrid renewable energy systems, Elsevier-Energy Conversion and Management 199, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112027>
- [9] Kougias, J., Bódis, K., Jäger-Waldau, A., Moner-Girona, M., Monforti-Ferrario, F., Ossenbrink, H. Szabó, S.: The potential of water infrastructure to accommodate solar PV system in Mediterranean islands, Elsevier Ltd. Solar Energy 136, 174-182, 2016, <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2016.07.003>
- [10] <https://bigportal.ba/u-singapuru-otvorena-najveca-plutajuca-solarna-farma-na-svijetu/>, pristupljeno: 16. 7. 2021.
- [11] <https://balkans.aljazeera.net/news/technology/2016/3/29/solarna-farma-na-vodica-smanjenje-racuna>, pristupljeno: 16. 7. 2021
- [12] <https://vvk.hr/eu-projekti/264-solarne-elektrane-na-uredajima-vinkovackog-vodovoda-i-kanalizacije.html>, pristupljeno: 22.07.2021.
- [13] <http://www.energetika-net.com/vijesti/obnovljivi-izvori-energije/suncevom-energijom-do-pitke-vode-32796>, pristupljeno: 16. 7. 2021
- [14] Džeba, T., Mimica, M. Prskalo, M.: Održiva energija & uporaba u javnoj vodoopskrbi, ZT2019., Bogdanić, A., Tijanić, K., Živković, L., Šopić, M., Pajalić, S., Rijeka, Sveučilište u Rijeci, GF(77-91), 2019. ISBN 978-953-6953-51-6
- [15] Ramos, M., Vieira, F., I.C. Covas, D.: Energy efficiency in a Water supply system: Energy consumption and CO₂ emission, Water Science and Engineering, 2010, 3(39, 331-340, doi:10.3882/j.issn.1674-2370.2010.03.009
- [16] Margeta, J.: A Framework for Application of Renewable Energy in Urban Water Systems, e-gfos, number 16, 2018., <https://doi.org/10.13167/2018.16.1>