

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE (OIE) I ODRŽIVI RAZVOJ

RENEWABLE ENERGY SOURCES (RES) AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Ivana Mitrović¹, Sandra Perović², Žarko Nestorović¹

1- EPS AD Beograd, Ogranak Đerdap Kladovo, 2- , EMS AD Beograd

Rezime:

Energija se smatra neopodnim uslovom za održanje savremenog nivoa kvaliteta života i potrebe za energijom su u stalnom porastu. Istovremeno proizvodnja energije ima negativan uticaj na životnu sredinu, kako u kratkom tako i u dugom roku. Imperativ razvoja društva, kome je energija osnovni pokretač i uslov, zahteva sa jedne strane proizvodnju sve više energije dok sa druge strane rastu i zahtevi za ispunjenje ekoloških standarda. Potencijalno rešenje za održivu proizvodnju električne energije nalazi se u iskorišćenju potencijala vezanih za obnovljive izvore energije. U ovom radu razmatraju se neki aspekti obnovljivih izvora energije u funkciji održivog razvoja sa posebnim osvrtom na proizvodnju električne energije iz hidropotencijala.

Ključne reči: Obnovljivi izvori energije, Održivi razvoj, Hidroelektrane

Abstract:

Energy is considered as the necessary condition for providing contemporary level o quality of life and needs for energy is increasing continuously. At the same time, production of energy negatively influence the environment, both in the short and long term. Imperative of society development, for which the energy is the basic driver and condition, requires on the one hand, more and more energy roduction, while, on the other hand the requirements for ecological standards also increase continuously. Potential solution for those two oposite requirements is placed in the possibility for utilization of renewable sources of energy. In this paper some aspects of renewable sources of energy are considered with the focus on the electricity production from hydro sources.

Key words: Renewable sources of energy, Sustainable development, Hydropower plants

1. Uvod

Koncept održivog razvoja podrazumeva razvoj racionalnim korišćenjem prirodnih resursa. Cilj je dugoročna ravnoteža između razvoja društva, ekonomije i očuvanja prirode. Energetski sektor smanjenjem emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG) utiče u ostvarivanju ciljeva održivog razvoja. Konferencija Ujedinjenih nacija o životnoj sredini i razvoju (UNCED) održana je u Rio de Žaneiru, u Brazilu, od 3 do 14 juna 1992 godine [1] sa ciljem da vodi budućem održivom razvoju širom sveta bila je ključni međunarodni skup koji je prvi put globalno povezao brigu o životnoj sredini i ekonomski razvoj, rezultirajući usvajanjem ključnih dokumenata poput Deklaracije iz Rija, Agende 21, Konvencije o biodiverzitetu i Okvirne konvencije o klimatskim promenama (UNFCCC), postavljajući temelje održivog razvoja [2]. Slika 1 prikazuje ilustracije brige o životnoj sredini.



Slika 1. Potencijalni efekti klimatskih promena [14]

Klimatske promene su jedan od najvećih izazova koji nas danas prate. Promene klime su u direktnoj vezi sa efektom staklene bašte, koji se stvara povećanjem koncentracije štetnih gasova u atmosferi - ugljendioksid (CO_2), metan (CH_4), azotsuboksid (N_2O), fluorougljovodonici (HFCs), perfluorougljenici (PFCs) i sumporheksafluorid (SF_6) i azot trifluorid (NF_3). Efekti promene klime odraziće se

kontinuirano povećanje temperature čije su posledice promene u agrokulturi, energetskom sektoru, biodiverzitetu, šumarstvu kroz sve veći broj požara i poremećajima do sada globalno uspostavljenim socijalnim i ekonomskim uslovima života. Aktivnosti u oblasti klimatskih promena usko su povezani sa održivim razvojem. Ključni elementi održivog razvoja u oblasti životne sredine odnosi se na usklađivanje interesa sadašnjih i budućih generacija. Brojni propisi EU regulišu oblast zaštite životne sredine. Evropska komisija je 2019. godine predstavila Evropski zeleni dogovor (EU Green Deal), za jačanje efikasne upotrebe resursa prelaskom na čistu, cirkularnu ekonomiju i borbe protiv klimatskih promena, kao i zaustavljanje gubitka biološke raznolikosti i smanjenja degradacije i zagađenja životne sredine. [3] Evropski zakon o klimi (European Climate Law) usvojen juna 2021. donešen u okviru Evropskog zelenog dogovora, u kom se teži da do 2050. godine zemlje u Evropi postanu klimatski neutralne. Zakon takođe postavlja i međucilj: smanjenja neto emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG) za najmanje 55% do 2030. godine, Fit for 55 paket (Spremni za 55) predstavljen je 2021.god. [4] i poredi nivoe sa nivoima iz 1990. godine. Klimatska neutralnost do 2050. godine znači postizanje neto nultih emisija GHG-a kroz smanjenje emisija, ulaganja u čiste tehnologije i zaštitu životne sredine. U takvim okolnostima energetski sistem treba biti zasnovan na obnovljivim izvorima energije [5]. Klimatska neutralnost podrazumeva uspostavljanje balansa a da bi se to postiglo potrebno je da količina štetnih gasova koji se emituju u atmosferu bude jednaka količini tih gasova preuzetih iz atmosfere. Pariski sporazum- usvojen 2015.god stupio je na snagu 04.11.2016.god. je sastavljen prema konvenciji Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama (UNFCCC). Osnovni cilj je smanjenja emisije gasova staklene bašte kako bi se smanjio ubrzan razvoj klimatskih promena na globalnom a i na lokalnim nivoima. Usvojeno je da ograničenje rasta prosečne globalne temperature bude značajno ispod 2 °C u odnosu na predindustrijski nivo a da se uloži nastavak napora da se ograniči rast temperature do 1,5°C u odnosu na predindustrijski nivo. Važna razlika između ovog sporazuma i onih koji su mu predhodili je da svaka država u skladu sa svojim mogućnostima usvoji sopstvene strategije za postizanje zadatih ciljeva. [6]

Prvi sintetizovani izveštaj o dvogodišnjim izveštajima o transparentnosti-BTR (2025 Synthesis Report of Biennial Transparency Reports), objavljen je 31. oktobra 2025. godine i sačinjen na osnovu prvih dvogodišnjih izveštaja o transparentnosti iz 109 zemalja, gde su podaci dostupni. Smatra se da ovaj izveštaj UN o klimatskim promenama pruža dragocen početni uvid u raznovrstan napredak država, zasnovan

na informacijama i podacima prijavljenim do 2022. godine. Izveštaj pokazuje da se sprovođenje Pariskog sporazuma vrši kroz aktivnosti u ekonomijama i društvu [7]. U Srbiji se zakonodastvo usklađuje sa postojećim evropskim. To podrazumeva postepeno preuzimanje i primenu evropskih ekoloških standarda, u skladu sa ciljevima održivog razvoja, borbe protiv klimatskih promena i unapređenja kvaliteta života građana. Zakonom o klimatskim promenama ("Sl. glasnik RS", br. 26/2021) uređuje se sistem za ograničenje emisija gasova sa efektom staklene bašte (GHG) kao i prilagođavanje na izmenjene klimatske uslove, monitoring i izveštavanje o strategiji niskougljeničnog razvoja i njenom unapređenju. [8]

Srbija je potpisnica Sofijske deklaracije o Zelenoj agendi za Zapadni Balkan. [9] Potpisivanjem ovog dokumenta 10. novembra 2020. godine, države potpisnice su se obavezale da rade na tome da Evropa bude klimatski neutralna do 2050. godine. Zelena agenda za Zapadni Balkan predstavlja strategiju razvoja ovog regiona, koja podrazumeva prelazak sa tradicionalnog ekonomskog modela na novu, održivu ekonomiju, u potpunosti usklađenu sa Evropskim zelenim dogovorom. Slika 2 ilustruje obnovljive izvore energije.



S

Slika 2. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora [14]

2. Uloga obnovljivih izvora energije

Obezbeđivanje dovoljne količine energije je jedan glavnih preduslova razvoja društva. Upotreba obnovljivih izvora energije može značajno doprineti

unapređenju i društvenog i održivog razvoja. Obnovljiva energija mora biti ekološki prihvatljiva, način proizvodnje utiče pored redukcije emitovanja CO₂ u atmosferu i na očuvanje lokalnih ekosistemima i ugroženih vrsta na lokalitetima. Prilikom proizvodnje energije izgradjeni objekti i prateća infrastruktura deluju na biodiverzitet područja, iz tog razloga je procena aspektata mogućih uticaja izvora obnovljive energije na životnu sredinu važna jer je širenje ove vrste infrastrukture za proizvodnju energije bitan element za proces razvoja zelene ekonomije.

Zelena ekonomija se može definisati kao ekonomski sistem koji unapređuje kvalitet života i socijalnu ravnotežu smanjujući rizike po životnu sredinu, racionalno koristeći prirodne resurse smanjući emisije ugljen-dioksida i zagađenje životne sredine. Očuvanje biodiverziteta (raznovidnosti živog sveta), voda, zemljišta uz regulaciju klime predstavlja jedan od važnih uslova razvoja obnovljivih izvora električne energije. Međutim postoje i negativne konotacije uticaja obnovljivih izvora energije (OIE) oni se mogu pokazati kroz zauzimanja zemljišta, fragmentaciju i gubitak staništa, sudar ptica i slepih miševa sa lopaticama vetroturbina. Zatim pretvaranje prirodnih područja u plantaže biomase, intenzivna seča šuma, promene u strukturi pejzaža i stvaranje velikih monokulturnih površina uz intenzivno đubrenje može dovesti do eutrofikacije i potiskivanje autohtonih vrsta i promena strukture ekosistema. Prostiranje buke i ispuštanje toplote može promeniti lokalne uslove, što potencijalno utiče na ponašanje i opstanak pojedinih vrsta [10].

2.1 Uticaj hidroelektrana

Prema International Energy Agency (IEA) izveštaju Hydropower (Renewables 2025), hidroenergija je i najveći izvor obnovljive električne energije u svetu, čineći oko 14% globalne proizvodnje električne energije [11]. Prema istom izvoru proizvodnja električne energije iz hidroelektrana trebalo bi da poraste za oko 7% u periodu od 2025. do 2030. godine. Dok se za godišnji prirast instalisanih kapaciteta reverzibilnih (pumpno-akumulacionih) hidroelektrana predviđa da se udvostruči do 2030. godine. [11]. Slika 3 ilustruje potencijalni uticaj hidroelektrane na stanište autohtonih vrsta.



Slika 3. Hidroelektrana "HE Đerdap 1" [14]

Po podacima međunarodne hidroenergetske asocijacije (International Hydropower Association-IHA) proizvodnja električne energije iz hidroelektrana tokom 2024. godine, zabeleživši rast od 10% a istovremeno, reverzibilne (pumpno-akumulacione) hidroelektrane zabeležile su porast globalnog instalisanog kapaciteta od 5% [12]. Obzirom da je proizvodnja energije u hidroelektranama je najzastupljeniji način u procesu korišćenja obnovljivih izvora, njihov karakter i veličina hidroenergetskog objekta određuju međusobne uticaje životne sredine na objekat i obrnuto. Osim što je obnovljiv i pouzdan izvor električne energije sa niskom emisijom ugljen-dioksida, hidroenergija može imati i mnoge dodatne koristi, kao što su regulacija vodosnabdevanja, kontrola poplava i suša, kao i navodnjavanje u poljoprivredi. Hidroelektrane sa pratećim hidroakumulacijama mogu znatno promeniti ekološke karakteristike reka. Formiranjem veštačkih jezera, zahvaćeni rečni kompleks iz rečnog postepeno prelazi u ekosistem stajaćih voda, što dovodi do promene biotičkih i abiotičkih uslova sredine, praćenih promenama u sastavu životnih zajednica u vodenim ekosistemima. Voda u hidroakumulaciji stagnira, povećava se količina hranljivih materija i sedimenata, što omogućava rast algi i drugih vodnih korova. Brane hidroelektrana utiču na promene vodnog režima, ali i na kvalitet vode (nivoa kiseonika u vodi, promene temperature i dr.) kao i uticaj na faunu koja zavisi od vode. Efekti podizanja brana u vodenim ekosistemima počinju već građevinskim radovima prilikom izgradnje brana kada se sav obrušeni (otpadni) materijal osipa pretežno u korito reka. Tehničko rešenje za prenos toplote nastale u proizvodnji električne energije je voda, koja je ujedno i najčešći medij za odvođenje toplote. Porast temperature reka i jezera utiče na živi svet u njima. Hemijska sredstva za čišćenje cevi kojima protiče voda za hlađenje su takođe zagađivači. Na taj način ihtiofauna ostaje bez prirodnih biotopa sa značajno smanjenim potencijalima ishrane. Sama brana predstavlja prepreku za migraciju

ribe i drugih organizama, a lopatice turbina mogu ih povrediti. Termin „riblje staze“ označava regulisane deonice koje omogućavaju nesmetanu migraciju riba. Zbog ovoga, mnoge hidroelektrane mogu imati razna konstruktivna rešenja, poput „merdevina za ribu“ ili „rešetka za ribu“ koje omogućavaju migraciju ribe i sprečavaju njihovu koliziju sa turbinama [13].

Reverzibilne hidroelektrane su aktivni činioci u sistemu skladištenja energije. Potencijalna energija vode iz vodenih rezervoara (gornjih) u periodima potrebe za električnom energijom se koristi za proizvodnju struje.

2.2. Uticaj ugljeničkog otiska i CBAM u kontekstu hidroelektrana

Ugljenični otisak se odnosi na ukupnu količinu gasova sa efektom staklene bašte, gde je dominantan CO₂, a nastaju kao posledica aktivnosti u procesu proizvodnje energije. Ostali gasovi se računaju kao ekvivalent CO₂-(CO₂eq). Uloga ugljeničnog otisaka je da nam posluži **za merenje i upravljanje emisijama gasova sa efektom staklene bašte**, odnosno da pokaže koliko neka aktivnost doprinosi klimatskim promenama. Takođe ugljenični otisak koristi u procesu određivanja Carbon Border Adjustment Mechanism-CBAM. To je sistem kojim EU naplaćuje tzv. karbonsku taksu na uvoz određenih proizvoda da bi se izjednačili uslovi sa firmama unutar EU. Kroz ovu taksu se uzimaju u obzir **ukupne emisije po MWh**, ne samo pojedinačne elektrane, što podrazumeva i proizvedenu električnu energiju iz izvora koji nisu obnovljivi.

3. Zaključak

Proizvodnja energije iz obnovljivih izvora (OIE) predstavlja važan činilac održivog razvoja, jer omogućava smanjenje širokog spektra negativnih uticaja na životnu sredinu. Takođe važno je i za umanjeње emisije gasova sa efektom staklene bašte, odnosno ukupni ugljenični otisak energetskeg sektora. Pored ekoloških benefita, razvoj OIE doprinosi energetskej sigurnosti, smanjenju zavisnosti od fosilnih goriva što ima pozitivne posledice na mehanizam-Carbon Border Adjustment Mechanism, i važan je korak ka održivoj klimatskej neutralnoj budućnosti.

Literatura:

1. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf
2. [Zemaljski samit — Википедија](#)

3. [The European Green Deal - European Commission](#)
4. Klimatske promene, Izveštaj iz senke za Poglavlje 27; koalicija 27. 31. 12. 2024.
5. [European Climate Law - Climate Action - European Commission](#)
6. The Significance of the Paris Agreement for Raising Environmental Awareness about the Impact of Climate Change on the Environment; mag. Irena Blagajac, dr. Ivan Samardžić; Zbornik prispevkov 15. mednarodne konference “, Črenšovci, 2024, str. 35–43.
7. [First BTR Synthesis Report Shows Countries Implementing Paris Agreement With Practical Real-World Actions; Highlights Enablers and Barriers to Faster, Wider Progress | UNFCCC](#)
8. Zakon o klimatskim promenama (“Sl. glasnik RS”, br. 26/2021)
9. [MEI - Zelena agenda za zapadni Balkan](#)
10. Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy; Alexandros Gasparatos, Christopher N.H. Dollb, Miguel Estebanc, Abubakari Ahme, Tabitha A. Olang; Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 70, April 2017, Pages 161-184.
11. [Hydropower - IEA](#)
12. International Hydropower Association. 2024. *World Hydropower Outlook 2024*. London: International Hydropower Association
13. Uticaj obnovljivih izvora energije (OIE) na biodiverzitet lokaliteta i životne sredine; Ivana Mitrović; Nikola Pičorušević; Žarko Nestorović; 37.savetovanje CIGRE Srbija 2025.
14. <https://www.google.com/>

Ivana Mitrović ivana.mitrovic@eps.rs
 ORCID 0009-0005-1746-0032
 Sandra Perović sandra.perovic@ems.rs
 Žarko Nestorović zarko.nestorovic@eps.rs
 ORCID 0000-0002-7928-7416