

# UTICAJ MALIH HIDROELEKTRANA NA ŽIVOTNU SREDINU

Miroslav Perović, Ranka Jovanović<sup>1</sup>

*Ključne riječi: Životna sredina, male hidroelektrane, obnovljivi izvori energije*

## SAŽETAK:

*Ovaj rad daje prikaz procjene uticaja malih hidroelektrana na životnu sredinu, pregled današnjih saznanja i literaturnih podataka, kao i tehnička i tehnološka rješenja malih hidroelektrana, koja bi trebalo primjenjivati u cilju zaštite životne okoline.*

*Cilj ovog rada je i da se ukaže na značaj ove problematike, kako bi se podsticao razvoj projekata korišćenja obnovljivih izvora energije i zaštite okoline, koji su osnova održivog razvoja. Republika Crna Gora ima obavezu redukcije štetnih materija, koju je preuzela potpisujući međunarodne sporazume i konvencije.*

*U referatu je dat predlog osnovnog pristupa u objedinjavanju područja energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u sklopu programa zaštite životne okoline.*

## 1. UVOD

Ekološki problemi su u prvi plan izbacili energetiku, jer je utvrđeno da 60-70% zagađenja potiče od energetike. Proizvodnja i potrošnja električne energije se nalaze među glavnim uzročnicima globalnog, regionalnog i lokalnog zagađenja. Zato se razvoj i reforma energetskog sektora u Crnoj Gori mora zasnivati u skladu sa zahtjevima očuvanja okoline. To podrazumijeva povećanje udjela obnovljivih izvora energije, što se, prije svega, odnosi na proizvodnju električne energije iz hidroelektrana. Crna Gora ima značajan hidroenergetski potencijal koji je dosada iskorišćen samo sa 27%. U cilju razvoja energetike i u situaciji kad se Crna Gora suočava sa nedostatkom električne energije, u posljednje vrijeme, ponovo su aktuelizovani projekti malih hidroelektrana.

Osnova za uspostavljanje ekološki održivog razvoja kod nas je projekat Pravci razvoja Crne Gore ekološke države, čija je izrada povjerena Evropskom centru za mir i razvoj (ECPD) Univerziteta za mir Ujedinjenih nacija, međunarodnoj organizaciji lociranoj u Beogradu. Projekat je usvojila Vlada Republike Crne Gore u avgustu 2000.god. On je postao najznačajniji i najizazovniji istraživački projekat, koji čak prevazilazi zahtjeve Crne Gore i postaje veoma važan projekat evropske i svjetske zajednice.

---

<sup>1</sup> Elektroprivreda Crne Gore A.D.- Nikšić, Sektor za razvoj i inženjering.

Energetika je, u okviru ovog projekta, imala posebnu analizu zbog izražene ekološke problematike. Ovim projektom je predloženo da, kao jedna od opcija razvoja Crne Gore ekološke države, bude povećanje korišćenja hidropotencijala iz malih hidroelektrana. Postoje dva razloga za to: prvi je to što je energija proizvedena u malim hidroelektranama klasična obnovljiva energija i drugi što je ekološki najprihvatljivija, i to apsolutno prihvatljiva. Hidroelektrična energija je najčistiji vid električne energije, neiscrpan prirodni resurs i samim tim, ukoliko je potreban novi izvor električne energije, izgradnjom hidroelektrane smanjuju se zagađenja, koja bi se javila eventualnom izgradnjom termo ili nuklearne elektrane.

## **2. MOGUĆI UTICAJI MALIH HIDROELEKTRANA NA PRIRODNA OBILJEŽJA I VRIJEDNOSTI**

### **2.1 POZITIVNI UTICAJI**

Proizvodnja električne energije iskorišćavanjem vodenog potencijala prihvatljiva je za okolinu uz adekvatan izbor lokacije, pravilan izbor tehničkog rješenja postrojenja i uz pravilno gazdovanje resursima. Mala hidroenergetska postrojenja predstavljaju važnu komponentu unutar sistema iskorišćavanja i gazdovanja vodnim resursima, zbog mnogih dobrih strana ovih postrojenja. Jedan od razloga je i to što se hidroelektrane, zbog čistih i obnovljivih resursa, lako uklapaju u životnu sredinu.

Prednosti malih hidroenergetskih postrojenja su: svojim radom ne zagađuju vazduh, sprečavaju opasnost od poplava, jer omogućavaju regulaciju vodotoka, mogu se koristiti za vodosnabdijevanje i navodnjavanje. One su, najčešće, locirane izvan naseljenih mjesta, tako da je nivo buke prisutne u mašinskoj zgradi, koja koristi moderna tehnološka rješenja u dizajnu i izradi, ispod dopuštenih i preporučenih nivoa. Pozitivno je i to što se svojim dizajnom potpuno mogu uklopiti u pejzaž, tako da su nepovoljni vizuelni efekti svedeni na minimum. U slučaju da se u sklopu elektrane predviđa akumulacija, ona se može koristiti u vodoprivredne svrhe (ribnjaci) i/ili sportsko-rekreativne svrhe, a svojom veličinom ne mogu bitno ugroziti geološko-pedološke karakteristike zemljišta na kom se nalaze, za razliku od velikih hidroenergetskih objekata. Male hidroelektrane ne utiču na promjenu klimatskih karakteristika područja s obzirom na veličinu vodene akumulacije, kao što je slučaj kod velikih hidroelektrana.

Iskorišćenje vodnih snaga, na ovaj način, nije u sukobu sa ostalim vodoprivrednim granama u pogledu kvaliteta vode, jer male hidroelektrane ne samo što ne mijenjaju kvalitativne karakteristike vode, nego vodu obogaćuju kiseonikom, usljed turbulentnih strujanja, što doprinosi zaštiti vodotoka i omogućava izgradnju ribnjaka.

Kod malih hidroelektrana nema rizika od pojave pobuđivanja seizmičnosti (nema uticaja u akcidentu), jer je visina brane sa svojom akumulacijom mala u odnosu na brane kod velikih hidrocentrala (koje predstavljaju moguću inicijalnu seizmičku tačku).

Ipak, uprkos svemu navedenom kao i činjenici da koriste obnovljiv izvor, mala hidroenergetska postrojenja mogu imati i negativan uticaj na okolinu. Zato, posebno u slučaju pogrešnog gazdovanja vodnim resursima, uticaji ovih postrojenja mogu biti značajni.

## 2.2 NEGATIVNI UTICAJI

Kao posljedica izgradnje malih hidroelektrana javljaju se negativni uticaji na okolinu, koji se po vremenu trajanja mogu podijeliti na:

- **privremene uticaje** u periodu radova
- **trajne uticaje** u toku eksploatacije objekta.

### Privremeni uticaji

Privremeni uticaji su karakteristični za period gradnje objekta, ograničenog su trajanja i u direktnoj su vezi sa aktivnostima vezanim za realizaciju objekta na terenu. To su:

- **Zagađenje vode**, do kojeg dolazi prilikom izvođenja zemljanih radova (iskopi, nasipanja i odlaganje materijala). Prilikom izvođenja ovih radova može doći do spiranja finih frakcija pod dejstvom padavina koje mogu dospjeti u površinske tokove, a može doći i do spiranja i transporta materijala sa privremenih deponija. Osim toga, do površinskih i podzemnih voda mogu dospjeti otpadne i opasne materije (mašinsko ulje, gorivo i dr.) koje su rasute usljed neispravnosti građevinskih mašina i vozila ili nemarnosti osoblja. Na ovaj način zagađuju se i voda i zemljište, tako da je ugrožena i flora i fauna. Iako je ovo zagađenje moguće u periodu izvođenja radova, ostavlja trajne posljedice na kvalitet površinskih i podzemnih voda.
- **Zagađenje vazduha**, na koje utiču:
  - prašina kao posljedica izvođenja radova (miniranje, iskopi, utovar i istovar materijala),
  - izduvni gasovi usljed rada građevinskih mašina i vozila i
  - pojava dima i gasova, kao posljedice miniranja.

Ovi negativni efekti su ograničeni na prostor izvođenja radova i saobraćajnicama kojima se vrši transport materijala i opreme, a direktno su ugroženi zaposleni na gradilištu i biljni i životinjski svijet.

- **Buka**, koja je nepovoljan i neizbježan pratilac izvođenja radova (miniranje, rad građevinskih mašina i vozila i dr.). Najveće efekte ima na samom gradilištu i u njegovoj neposrednoj okolini, a ugroženi su izvođači radova i životinjski svijet.
- **Zauzeće prostora**, odnosi se prilikom izgradnje na usporne građevine i sve privremene i prateće objekte, instalacije za gradilište i privremene deponije kojim su ugroženi voda, zemljište, biljni i životinjski svijet. Nakon završetka radova ove površine se vraćaju u prvobitno stanje, uz eventualna poboljšanja.
- **Vizuelno- estetski efekti**, koji se javljaju u toku izvođenja zemljanih radova na mikrolokaciji usporne građevine, mašinske zgrade i pristupnih puteva i odnose se na promjenu reljefa. Narušavanje ambijentalnih vrijednosti se završava poslije izgradnje

objekta, tako što se vrši zasipanje materijalom iz iskopa, a preostali materijal se odvozi na, za to, predviđene deponije.

- **Otežan saobraćaj**, odnosno pojačan saobraćaj, koji se može očekivati u zoni oko gradilišta i na relacijama pozajmište materijala–gradilište i privremene deponije–gradilište. Ovim uticajima su pogođeni zaposleni na gradilištu i životinjski svijet.

### **Trajni uticaji**

Nakon završetka radova i u toku eksploatacije mogu se očekivati promjene i uticaji na:

- biljni i životinjski svijet,
  - kvalitet vode, vodni režim i režim nanosa i
  - estetsko-pejzažne vrijednosti i reljef.
- 
- **Biljni i životinjski svijet** (pogotovo životinjski) se mijenja i u vodi i duž obala. Nagle promjene protoka (ulazak i izlazak iz pogona hidroelektrane) predstavljaju šokove kojima se ne mogu prilagoditi svi članovi biocenoze. Ukoliko je postrojenje akumulacijsko tada se mijenjaju i fizičko-hemijski uslovi: temperatura, kiseonik, odnosi erozije i akumulacije sedimenta, prenos hranljivih materija iz uzvodnog u nizvodni tok i dr. Promjena nivoa podzemnih voda, iako neuporedivo manja nego kod velikih akumulacija, može izazvati određene promjene u priobalju.
- 
- **Karakteristike vode** se mijenjaju samo ako je mala hidroelektrana predviđena u sklopu akumulacije. Rječna voda, koja ima veću brzinu proticaja, turbulenciju i miješanje i dr., pretvara se u jezersku, koja ima manju brzinu proticaja i turbulenciju, manju mogućnost miješanja, veću sedimentaciju i veću temperaturu. Smanjeni protok uzrokuje duže zadržavanje vode u akumulaciji, a time se mijenjaju hemijske karakteristike vode, što utiče na količinu hranljivih i mineralnih sastojaka u vodi. Na taj način se može ograničiti mogućnost korišćenja vode nizvodno od objekta. Ovaj problem se rešava tako što se održava protok vode na adekvatnim nivoima bez obzira što su veličine ovih akumulacija takve da u normalnom režimu rada ne postoji opasnost od relevantnih promjena hemijskih karakteristika vode.
- 
- **Estetsko-pejzažne posljedice** malih hidroelektrana mogu biti značajne, a to su potpuni ili djelimični izostanak vodopada i brzaka, oscilacije nivoa u akumulaciji, loše oblikovana brana ili mašinska zgrada, ravni derivacioni kanal i dr. Posebnu pejzažnu degradaciju predstavljaju pristupni putevi gradilištu i objektu. Zato se posebna pažnja mora posvetiti uklapanju navedenih objekata u prirodni pejzaž.

### **3. KRITERIJUMI I TEHNIČKO I TEHNOLOŠKA RJEŠENJA MALIH HIDROELEKTRANA U CILJU ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE**

Prilikom razmatranja uticaja malih hidroelektrana na okolinu, potrebno je uzeti u obzir zakonske odredbe koje se dotiču životne sredine, zahvata u prostoru i njihovog uticaja na čovjekovu okolinu. Jedno od osnovnih načela zaštite životne okoline jeste načelo preventivnosti na osnovu kojeg treba primijeniti sve prethodne mjere zaštite okoline pri planiranju ili izvođenju zahvata u prostoru.

Osnovni kriterijumi koji moraju biti zadovoljeni prilikom projektovanja malih hidroelektrana u Crnoj Gori, a tiču se zaštite životne sredine, definisani su vodoprivrednim uslovima i uslovima zaštite životne sredine, koje propisuju zakonske odredbe Zakona o vodama, Zakona o planiranju i uređenju prostora i Zakona o životnoj sredini.

Uklapanjem elemenata, koji su predviđeni ovim uslovima, u projekat, vodoprivredna, ekološka, urbanistička saglasnost, zatim vodoprivredna i građevinska dozvola slijede kao logičan nastavak aktivnosti prije građenja.

Briga o zaštiti životne sredine sve više i više se ogleda u primjeni posebnih tehničkih rješenja izvedbi malih hidroelektrana, čiji se uticaj na okolinu svodi na najmanju moguću mjeru. To su objekti sa slijedećim karakteristikama:

- protočni rad, bez akumulisanja vode, ili s vrlo malim akumulacijama;
- mala hidroelektrana se sastoji od brane, odnosno niskog prelivnog praga, dovodnog kanala i cjevovoda ili samo cjevovoda, mašinske zgrade i kratkog odvodnog kanala;
- niski prelivni prag usporava vodu do nivoa potrebnog za skretanje u dovodne organe male hidroelektrane, i tipizacijom je zamišljen kao masivni betonski prag sa slapištem ili bez njega. S obzirom na njegovu relativno malu visinu, može se graditi i kao pregrada od kamena, koja se dobro uklapa u okolinu svojim izgledom, ili kao nasuta pregrada od materijala koji se dobije iskopom za ostale objekte male hidroelektrane;
- umjesto niskog prelivnog praga i bočnog zahvata upotrijebljava se tzv. tirolski zahvat, koji sam uzima potrebnu količinu vode, a da pri tome ne usporava nivo vode u vodotoku, dok nesmetano propušta sve plivajuće predmete i praktično je nevidljiv, jer je uvijek pod vodom;
- dovodni kanal zatvorenog tipa predviđen je za dovod zahvaćene vode po strmim obroncima i većim dijelom je ukopan, a može se i kompletno ukopati, pa postaje nevidljiv, ukoliko to traže uslovi uređenja prostora, jer na ovakvim su terenima obično male hidroelektrane s manjim instalisanim protokom, pa će i dimenzije takvog kanala biti manje;
- dovodni kanal otvorenog tipa predviđen je za veće količine vode i koristiće se po pravilu na manje strmim terenima, a svojim oblikom potpuno se uklapa u okolinu, a brzina vode u kanalu je obično na nivou minimalne brzine potrebne za nesmetano održavanje, te je stoga čak i doprinos izgledu okoline, sa svojim zatravljenim obalama i bistrom vodom pogodnom za kupanje ili napajanje stoke;

- cjevovod pod pritiskom kod malih hidroelektrana najkraćim putem dovodi vodu do mašinske zgrade, a može biti neukopan ili ukopan u zemljište;
- duž dovoda može doći do ukrštanja sa saobraćajnicama, prelaza ispod vodotoka ili postojećih kanala. Pri ukrštanju dovodne vade ili cjevovoda pod pritiskom sa saobraćajnicama neophodno je iznaći takvo rješenje koje će imati najmanje uticaja na gubitke u pritiscima a u isto vrijeme obezbjeđuje nesmetano funkcionisanje saobraćajnice (puta ili željeznice). Ovo se rješava na adekvatan način:
  - a) prevođenje otvorenog kanala – dovodne vade ispod saobraćajnica se vrši pomoću sifona. Sifonski prelaz ispod saobraćajnice se najčešće radi od betona pravouglog poprečnog proticajnog presjeka sa kaskadnim ulazom i izlazom;
  - b) Ukrštanje cjevovoda pod pritiskom sa saobraćajnicama je lakši problem. Osnovni elementi prelaza cjevovoda ispod saobraćajnice bi bili: - zatvaračnica (šaht) prije ulaza ispod saobraćajnice - cjevovod ispod saobraćajnice koji može biti posebno osiguran (cijev u betonu), cijev u cijev ili dupli cjevovod takođe osiguran u betonu.

U posljednje vrijeme se koriste razne vrste mašina za bušenje trupa saobraćajnice sa istovremenim utiskivanjem cijevne obloge u koju se uvlači cijev koja služi za odvod vode. To su najjeftinija rješenja jer se izbjegava raskopavanje kolovoza, zaustavljanje saobraćaja i drugi nepotrebni troškovi.

Ukrštanje cjevovoda sa vodotokom se rješava slično kao i ukrštanje sa saobraćajnicama, s tim što se moraju zadovoljiti posebni uslovi ako se ukrštanje vrši sa neregulisanim tokom ili sa dionicom toka čija je stabilnost problematična.

- mašinska zgrada je kod malih hidroelektrana minimalnih dimenzija, jer je rad male hidroelektrane potpuno automatizovan, pa otpadaju prostorije za smještaj ljudstva. Spoljašnji izgled mašinske zgrade se može u potpunosti prilagoditi okolini, odnosno objekat može biti potpuno ukopan ispod površine zemlje;
- odvodni kanal je otvoren kratak kanal, kojim se voda iz mašinske zgrade vraća natrag u vodotok; ova voda je vrlo obogaćena kiseonikom, radi turbulentnih strujanja prilikom prolaska kroz turbine, pa se tu riba rado zadržava.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Pošto ekologija postaje globalni problem, proističe potreba da se i kod nas regulišu pitanja koja su od značaja za zaštitu životne sredine. Osim toga, da bismo se našli na stranim tržištima, bez obzira na kvalitet naše energije, neophodno je da proces proizvodnje električne energije prilagodimo uslovima »ekološki pismenih« preduzeća.

Kriterijume ekoloških standarda je jedino moguće zadovoljiti većim korišćenjem obnovljivih izvora energije, a tu primarno mjesto zauzima hidroenergija. Shvatajući dugoročni značaj obnovljivih izvora energije i sa ekološkog aspekta mora se stimulisati proizvodnja baš iz ovih izvora energije. Na taj način bi se ublažili veliki problemi u životnoj sredini koji su nastali korišćenjem postojećih izvora energije.

Mala hidroelektrana je zamišljena kao postrojenje koje se, svojim načinom rada, te oblikom i veličinom konstruktivnih elemenata, maksimalno mora uklopiti u okolinu i podrediti ostalim infrastrukturnim objektima i korisnicima prostora i voda. To govori o činjenici da je njihov uticaj na okolinu mali, odnosno, uglavnom pozitivan.

Međutim, može se zaključiti da se njihov nepovoljni uticaj na okolinu može bitno smanjiti ukoliko se koriste posebna tehnička rješenja izgradnje pojedinih elemenata postrojenja. Analizom negativnih uticaja na okolinu, prilikom njihove izgradnje, posebnu pažnju treba posvetiti svođenju tih uticaja na najmanju moguću mjeru. Mnogi primjeri iz razvijenih zemalja u svijetu, u kojima je zaštita okoline na visokom nivou, govore o izrađenim malim hidroelektranama, čak i u parkovima prirode i nacionalnim parkovima.

## LITERATURA

- [1] A. Mandić i Mr M. Kukobrat: "*Obnovljivi izvori energije sa aspekta zaštite životne sredine i održivog razvoja*", Naučno stručno savjetovanje ELECTRA-I, ISO 1400, YU FORUM KVALITETA, Aranđelovac 2000.
- [2] Z.Milovanović, V. Bijelić, M. Samardžić, D. Jeremić i D. Jarić: "*Vrednovanje uticaja postojećih hidro i termoenergetskih objekata Republike Srpske na životnu sredinu*", Naučno stručno savjetovanje ELECTRA-I, ISO 1400, YU FORUM KVALITETA, Aranđelovac 2000.
- [3] M. Ćušić: "*Male hidroelektrane u Srbiji*", Naučno stručno savjetovanje ELECTRA-II, ISO 1400, YU FORUM KVALITETA, Tara 2002.
- [4] UNDP: Projekat »*Izgradnja mini hidrocentrala od 100 GWh u rječnim sistemima CG kao i izgradnja lokalnih kapaciteta za procjenu uticaja na okolinu (EIA) i sistema za ekološki monitoring*«,
- [5] Energoprojekat-hidroiznenjering: *IDEJNI PROJEKAT HE »OTILOVIĆI« - Zaštita čovjekove okoline*, Beograd 2001.
- [6] Energoprojekat-hidroiznenjering: *GLAVNI PROJEKAT OPTIMALNOG KORIŠĆENJA VODA GORNJE ZETE - Uticaj na čovjekovu okolinu*, Beograd, 2002.
- [7] EPCD Evropski centar za mir i razvoj - Univerzitet za mir UN: *PRAVCI RAZVOJA CRNE GORE EKOLOŠKE DRŽAVE*, finalna studija, 2000.
- [8] Savezna Republika Jugoslavija - *NACRT PREGLEDA SEKTORA ŽIVOTNE SREDINE*, Svjetska banka, 2002.
- [9] UN - *ZAVRŠNI DOKUMENTI SAMITA O ODRŽIVOM RAZVOJU*, Johanenburg, 26.08.-04.09.2002.
- [10] Grupa autora: *EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE PROGRAMA I ZAŠTITE OKOLIŠA - MAHE*, Strategija razvoja Republike Hrvatske »Hrvatska u 21. Stoljeću«- Strategija energetskog razvitka- Energetski institut »Hrvoje Požar«, Zagreb 2002.
- [11] Ranka Jovanović: "*Uticaj malih hidroelektrana na životnu sredinu*", Savjetovanje – Male hidroelektrane u Crnoj Gori, Alternativni izvori električne energije, MOGUĆNOSTI ŠTEDNJE I RACIONALNE POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE, Nikšić 2003.

- [11] Ilić Radovan: Vodoprivredna saglasnost, Seminar: PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA MALIH HIDROELEKTRANA, Vrnjačka Banja 1986.

## **IMPACT OF THE SMALL HYDROPOWER PLANTS ON THE ENVIRONMENT**

### **ABSTRACT:**

**This paper presents an assessment of the impact of small hydropower plants on the environment, current information and literature data review, technical and technological designs of small hydropower plants in order to protect the environment. This paper intends to emphasize the importance of the issue, in order to stimulate development of the projects of utilization of renewable energy sources and protection of the environment, as basic of sustainable development. Republic of Montenegro has an obligation to reduce polluting substances, taken by signing international agreements and conventions.**

**We present the proposal for a basic approach to how to unite energy efficiency and renewable sources fields within the program of the protection of the environment.**