

# Male hidroelektrane u Bosni i Hercegovini – rizici implementacije i aspekti sigurnosti

Edina Livnjak, Arnela Kozar  
studenti drugog ciklusa studija  
Univerzitet u Sarajevu, Elektrotehnički fakultet  
Sarajevo, BiH,  
edina.livnjak.ba@ieee.org, arnela.kozar@gmail.com

*Sadržaj*— U današnje vrijeme prisutan je stalni porast potražnje za električnom energijom koji je praćen sve većim utjecajem na životnu sredinu. Zahtjevi za čistijom energijom doveli su do razvijanja novih tehnologija koje omogućavaju iskorištavanje obnovljivih izvora energije za proizvodnju električne energije. Hidroenergija je veoma fleksibilan obnovljivi izvor energije i sve je više zastupljena. Male hidroelektrane (MHE), posebno na području Bosne i Hercegovine čiji vodotokovi nisu dovoljno iskorišteni, nude velike mogućnosti za ulaganje i razvoj. Međutim, pored brojnih pozitivnih strana ulaganja u male hidroelektrane, javljaju se i određeni problemi prilikom planiranja i izgradnje ovih postrojenja. Pažljivo razmatranje rizika implementacije malih hidroelektrana je neophodno da bi se investicija isplatila u očekivanom vremenskom periodu.

*Ključne riječi* — obnovljivi izvori energije, male hidroelektrane, proizvodnja, rizik, sigurnost, klimatske promjene, hidrologija, zakon

## I. UVOD

Veliki izazov modernog doba predstavlja sigurno obezbjeđenje dovoljnih količina energije što ujedno predstavlja i preduslov razvoja svakog društva. Svjetske energetske potrebe rastu mnogo brže nego što mogu biti zadovoljene iz sadašnje proizvodnje iz konvencionalnih izvora. Utjecaj energetskog sektora na zagađenje okoline je dominantan na lokalnom (zagađenje zemljišta i vode, emisija sumpornih i azotnih oksida i drugih polutanata) i svjetskom nivou (emisija stakleničkih plinova utječe na oštećenje ozonskog omotača i globalno zagrijavanje).

S obzirom da se neobnovljivi izvori energije sve brže troše i štetni su za okoliš, razumno je pretpostaviti da će proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora biti značajnija u bliskoj budućnosti. Promocija obnovljivih izvora energije zauzima visok prioritet u Evropskoj uniji, koji je deklarisan u više strateških dokumenata prvenstveno zbog svojih ekoloških karakteristika. U tom pogledu najznačajnija je Direktiva 2001/77/EC o promociji električne energije iz obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije. Direktiva postavlja ciljani udio obnovljivih izvora energije u proizvodnji od 22,1% u 2010. godini [1].

Danas se smatra da je hidroenergija jedna od najperspektivnijih alternativa, a voda najznačajniji obnovljivi izvor energije. U posljednjih trideset godina proizvodnja u hidroelektranama se brzo povećava iz nekoliko razloga: hidroenergija je čista i nema otpada, nema troškova goriva, puštanje hidroelektrane u rad je relativno brzo te se koriste za pokrivanje naglih povećanja potrošnje, a akumulacije se mogu koristiti za vodosnadbijevanje, navodnjavanje, turizam i rekreaciju. Pored toga, za male hidroelektrane se smatra da nemaju nikakav štetan utjecaj na okolinu, za razliku od velikih čija se štetnost opisuje kroz velike promjene ekosistema (gradnja velikih brana), utjecaje na tlo, poplavlivanje, utjecaje na slatkodvodni živi svijet te povećanu emisiju metana iz akumulacija.

Ipak, iznos početne investicije za izgradnju male hidroelektrane je relativno veliki i neophodno je prepoznati rizike i prepreke koje se mogu pojaviti prilikom planiranja, izgradnje ili u pogonu male hidroelektrane. Sigurnost investicije i male hidroelektrane je također bitan aspekt pri planiranju projekta ulaganja u male hidroelektrane.

## II. MALE HIDROELEKTRANE U BOSNI I HERCEGOVINI

Male hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode (transformisana energija sunčevog zračenja) najprije pretvara u kinetičku energiju njenog strujanja (u statoru turbine), a potom u mehaničku energiju (u rotoru turbine) obrtanja vratila turbine te, konačno, u električnu energiju u generatoru [2]. Ove hidroelektrane su hidroenergetski sistemi manjih snaga (u BiH do 10 MW), izgrađeni uglavnom na manjim rijekama, potocima i kanalima. Ukupna instalisana snaga MHE u svijetu danas iznosi oko 50 GW, što je oko 7% od ukupne instalisane snage svih hidroelektrana u svijetu. Hidroenergetski potencijal MHE iznosi oko 180 GW, što je opet oko 6% ukupnog svjetskog potencijala [3]. Neke od prednosti malih hidroelektrana već su navedene, a još neke od njih su: zaštita od poplava, omogućavanje povoljne elektrifikacije udaljenih naselja i eksploatacija uz veoma male materijalne troškove. Male hidroelektrane imaju i nedostatke, a to su: visoki investicijski troškovi, eksploatacija zavisi od postojećih resursa, a ukoliko

MHE radi autonomno, proizvodnja električne energije zavisi od potrošnje, tako da višak ostaje neiskorišten.

Bosna i Hercegovina raspolaže sa hidropotencijalom od oko 6000 MW odnosno 21000 GWh, od čega je do sada iskorišteno 2000 MW odnosno 6000 GWh ili svega 30% u snazi, a još manje u proizvodnji. Kada su u pitanju male hidroelektrane, kapacitet se procjenjuje na nešto više od 10% od ukupnog hidropotencijala, odnosno na oko 700 MW ili 2800 GWh [4].

Značajne aktivnosti u oblasti malih hidroelektrana u FBiH započele su kada je Elektroprivreda BiH pokrenula izradu studije hidroenergetskog korištenja srednjih i malih vodotokova. Na osnovu te studije raspisan je javni poziv za dodjelu koncesija tokom 2005/2006 godine i dodijeljeno je preko 70 koncesija za MHE.

U Republici Srpskoj je kao osnova za raspisivanje javnog konkursa za dodjelu koncesija korištena studija hidroenergetskog korištenja pritoka rijeke Drine koja je urađena krajem 80-ih godina. Tokom 2006. godine Vlada RS objavila je javni poziv i dodijelila oko 100 koncesija za MHE.

Do danas, pušteno je u pogon oko 25 malih hidroelektrana, 10 MHE je u fazi izgradnje, a ostatak projekata je u raznim fazama dobijanja dozvola.

Postupak izgradnje male hidroelektrane obuhvata sljedeće korake:

- Ideja o izgradnji,
- Odabir lokacije,
- Izrada studije izvodljivosti,
- Dobivanje prava na raspolaganje zemljištem i vodom,
- Pribavljanje potrebnih saglasnosti, koje su propisane zakonima iz oblasti gradnje,
- Pribavljanje elektroenergetske saglasnosti,
- Pribavljanje lokacijske dozvole,
- Potpisivanje ugovora o koncesiji,
- Pribavljanje dozvole za gradnju,
- Pribavljanje elektroenergetske saglasnosti za priključenje na EES,
- Potpisivanje ugovora o priključenju,
- Izvođenje građevinskih radova i ugradnja opreme,
- Izvođenje tehničkog pregleda i puštanje u probni rad,
- Pribavljanje upotrebne dozvole,
- Pribavljanje vodoprivredne dozvole i drugih dozvola, propisanih zakonima iz oblasti gradnje,
- Puštanje postrojenja u rad [3].

Troškovi izgradnje male hidroelektrane su dosta visoki, a podjela ovih troškova prikazana je u tabeli I.

TABELA I. PODJELA TROŠKOVA IZGRADNJE MALIH HIDROELEKTRANA

Vrsta troškova	Iznos (%)
troškovi pripremni i građevinskih radova	40 – 70
troškovi hidromehaničke opreme	1 – 2
troškovi elektromašinske opreme	20 – 40
troškovi priključenja na EES	< 20
ostali troškovi	5 – 10

### III. RIZICI IMPLEMENTACIJE MALIH HIDROELEKTRANA

Investitori u sektor malih hidroelektrana susreću se sa brojnim izazovima koje je neophodno predvidjeti, a onda i detaljno analizirati utjecaj tih izazova na isplativost investicije.

U nastavku je prikazana analiza izazova i rizika koji se javljaju prilikom planiranja i implementacije projekata za izgradnju malih hidroelektrana.

#### A. Postizanje optimalnih tehničkih parametara

Jedan od najvažnijih tehničkih parametara koji je potrebno pravilno proračunati radi dimenzionisanja male hidroelektrane je instalisana snaga koja se računa pomoću relacije:

$$P_i = \eta \cdot g \cdot \rho \cdot Q \cdot H \text{ [MW]} \quad (1)$$

gdje su:

$\eta$  – koeficijent korisnog dejstva

$g$  – ubrzanje sile Zemljine teže [ $\text{m/s}^2$ ]

$\rho$  – gustina vode [ $\text{kg/m}^3$ ]

$Q$  – protok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$H$  – pad hidroelektrane [m]

Iz relacije (1) možemo zaključiti da količina dobivene hidroenergije na određenom mjestu zavisi od vodenog pada na turbini i odgovarajuće stope protoka. Stoga je za iskorištavanje hidroenergije potrebno procijeniti vodene resurse, što zavisi od lokalnih prirodnih procesa, kao i obilježja terena. Za procjenu vodenih resursa i danas se koriste podaci iz 1985. godine o hidroenergetskom potencijalu BiH i protoku koji odgovara određenoj lokaciji. Ovi podaci se mogu koristiti za procjenu toka tekućice na određenom mjestu ako se uzme u obzir odnos između stvarne lokacije i mjerne stanice (uzvodno ili nizvodno), ali u većini slučajeva podaci o dostupnosti vode za prošla razdoblja specifični su za određenu lokaciju.

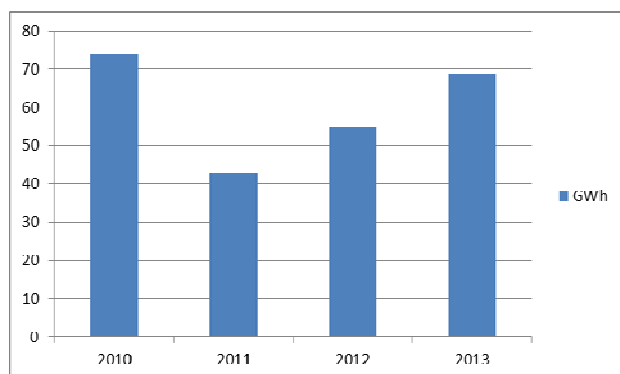
Budući da je protok, odnosno raspoloživa količina vode, u neposrednoj vezi sa padavinama, na osnovu višegodišnjih

mjerenja zaključuje da prosječne padavine na području Bosne i Hercegovine iznose oko 1250 mm u godini, što s obzirom na njenu površinu upućuje na zaključak o prilično velikom vodnom bogatstvu u BiH. Na osnovu ovih podataka vrši se dimenzionisanje malih hidroelektrana.

Međutim, u posljednjih pet godina uočeno je da postoji značajna razlika između vrijednosti protoka dobivenih dugogodišnjim mjerenjima i situacije na terenu. Varijacije su još izraženije ako se posmatraju u okviru godine odnosno manjih vremenskih intervala (sezona, mjesec, dan). Zbog toga se navode i osnovni podaci o godišnjim i unutargodišnjim promjenama protoka. U ljetnim mjesecima, srednji mjesečni protoci, u prosjeku, iznose oko 43% od vrijednosti srednjeg višegodišnjeg protoka. S druge strane srednji mjesečni protoci u zimskom i proljetnim mjesecima su značajno veći i to u prosjeku za oko 1,45 puta više od višegodišnjeg prosjeka.

To je uzrokovano klimatskim promjenama koje već sada ostavljaju traga na meteorološke uvjete. Nestabilnost hidrologije postaje uzrok za neostvarivanje planirane proizvodnje i nemogućnost dostizanja instalisane snage.

U prošlosti je bilo karakteristično da su, u periodu od 3 do 5 godina, povoljne hidrološke prilike, a da su zatim u sljedećih 3 do 5 godina hidrološke prilike nepovoljne. Danas, zbog velikih klimatskih nestabilnosti i naglih promjena, to više nije slučaj. Kao primjer možemo navesti 2010. godinu koja je bila nezapačeno hidrološki povoljna, a zatim 2011. godina je bila hidrološki najnepovoljnija u posljednjih 60 godina. U malim hidroelektranama Elektroprivrede BiH u 2010. godini proizvedeno je 74 GWh, a 2011. godine samo 42,9 GWh.



Slika 1. Dijagram proizvodnje električne energije iz malih hidroelektrana Elektroprivrede BiH

Jedan od načina da se olakša procjena uvjeta hidrologije je korištenje kompjuteriziranih alata kao što je geografski informacijski sistem (GIS), daljinska istraživanja i hidrološki modeli. Ovi modeli općenito koriste matematičke i statističke koncepte za povezivanje određenih unosa (na primjer, količine kiše, temperature, itd.) s rezultatima modela (npr. količina otjecanja).

Prednosti ovih alata i modela su u njihovoj sposobnosti simuliranja sadržaja vode s obzirom na protoke unutar male površine za tri različita toka, tj. nadzemne, podzemne i tokove kroz kanale. Jedan od glavnih nedostataka izrade hidroloških

modela je potreba za velikom količinom podataka u vezi upotrebe zemljišta, vrste tla i klimatskih uvjeta, ali ovaj nedostatak se može umanjiti standardnim postupcima kalibracije i provjere valjanosti.

### B. Zakonski okviri i cijena električne energije iz MHE

Investicija u izgradnju male hidroelektrane zahtijeva velika novčana sredstva i izuzetno je važno osigurati siguran povrat investicije u očekivanom vremenskom periodu. S obzirom na visoke inicijalne troškove izgradnje postrojenja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora, doneseni su zakoni i pravilnici na entitetskom nivou koji između ostalog regulišu beneficirane otkupne cijene električne energije iz obnovljivih izvora.

U Federaciji BiH, proizvođač električne energije iz obnovljivih izvora, ostvaruje pravo prodaje proizvedene električne energije po garantovanim cijenama tokom perioda od 12 godina što je definisano ugovorom o otkupu električne energije sa Operatorom za OIEiEK [5]. U Republici Srpskoj, pravo na otkup električne energije po garantovanim cijenama traje 15 godina [6]. Nakon isteka ovog roka, proizvođač nema više pravo na ovaj podsticaj.

To znači da koncesionari trebaju da ostvare povrat investicije u roku od 12 godina u Federaciji BiH, odnosno 15 godina u Republici Srpskoj.

Međutim, i u periodu kada proizvođači imaju pravo na podsticaj, može doći do korekcije cijena koja je često ide na štetu proizvođača.

Također, koncesija se izdaje na određeni period nakon čega se male hidroelektrane vraćaju u vlasništvo države. Može se spomenuti primjer projekta izgradnje ukupno 31 male hidroelektrane na vodotocima Neretvice i Ljute u Općini Konjic. Spomenuta izgradnja je zajednički projekat Elektroprivrede BiH i Turboinstituta (Slovenija) koji je trebao biti realiziran u razdoblju od 2006. do 2008. godine. Ugovor o izgradnji potpisan je na koncesijsko razdoblje od 30 godina, koliko će trajati njihovo korištenje od strane investitora. Istekom koncesije objekti će preći u vlasništvo Općine Konjic. [7]

### C. Promjena politike u odnosu na MHE

Činjenica je da u Bosni i Hercegovini hidroenergetski potencijal pogotovo kada su u pitanju male hidroelektrane nije u dovoljnoj mjeri iskorišten. Jedan od najbitnijih razloga zbog kojeg nema u pogonu više MHE je neusklađenost propisa na nivou entiteta i lokalne zajednice odnosno općina. Stoga su mnogi koncesionari u fazi ishođenja raznih dozvola što traje i preko 18 mjeseci [4].

Pored spomenute neusklađenosti propisa, veliki problem za koncesionare predstavlja i promjenljiva politika vezano za obnovljive izvore energije. U toku same izgradnje moguća je promjena zakona što što može imati negativan utjecaj na one koji grade male hidroelektrane.

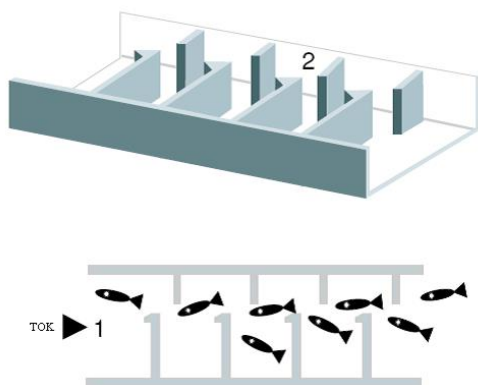
Dalje, jedan od rizika i problema koji se mogu javiti u toku rade male hidroelektrane predstavlja mogućnost da trenutna vladajuća struktura donese odluku da se oduzme prioritet MHE pri snadbijevanju vodom i da se voda prosljedi za vodosnadbijevanje ili poljoprivredu (navodnjavanje).

#### D. Favoriziranje određenih investitora

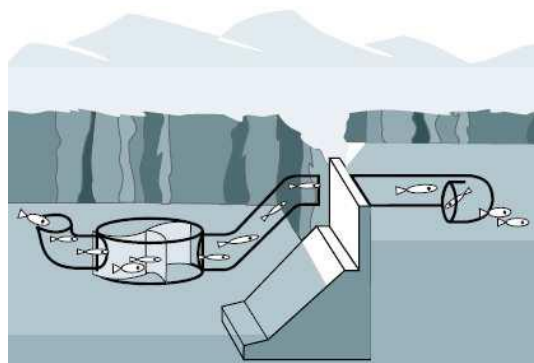
Jedan od problema s kojim se potencijalni investitori suočavaju predstavlja mogućnost pojave favorizacije i davanja nezakonite prednosti određenom investitoru. Ovaj problem se može javiti u svakom koraku pri izgradnji malih hidroelektrana, od prijave za koncesiju, dobivanja dozvola do odobravanja priključka na električnu mrežu. Zatim se također može javiti i kada je MHE puštena u pogon jer postoji mogućnost davanja prednosti jednom od koncesionara u odnosu na druge, u smislu da mu se odobrava uključjenje na mrežu u povoljnijem periodu kada može ostvariti veći prihod.

#### E. Stav društvene zajednice prema MHE

Postoji negativan stav društvene zajednice prema izgradnji novih elektroenergetskih objekata na riječnim tokovima, uključujući i male hidroelektrane. Male hidroelektrane koriste obnovljiv izvor i manje su štetne u odnosu na velike hidroelektrane, ali ipak imaju određen utjecaj na lokalnu floru i faunu što izaziva zabrinutost lokalnog stanovništva i često se pokreću peticije i akcije protiv državnih organa i izvođača radova. Potrebno je raditi na edukaciji stanovništva i promociji malih hidroelektrana u javnosti kao čistog i obnovljivog izvora energije kojim se smanjuju emisije ugljen-dioksida i ostalih štetnih gasova u atmosferu. Na taj način moglo bi se negodovanje i opstrukcije smanjiti na minimum. Zatim je neophodno da se definiraju mjere za zaštitu okoline koje se trebaju poduzeti da bi se ublažili utjecaji na okolinu. Te mjere su: rezervni tok, prolazi za ribe, skupljanje i skladištenje otpada, višenamjenski pogon, tehnike za smanjenje buke i vibracija, turbine prilagođene ribama i bio-dizajn [8].



Slika 2. Prolaz za ribe sa okomitim otvorima [8]



Slika 3. Prolaz za ribe sa rotacijskim krilcima [8]

#### IV. ASPEKTI SIGURNOSTI MALIH HIDROELEKTRANA

S ciljem ostvarenja sigurnosti malih hidroelektrana u tehničkom smislu, postavljaju se određeni zahtjevi za zaštitu MHE koji moraju biti u skladu sa postojećim standardima i tehničkim preporukama elektroprivrednih kompanija. Ovim zahtjevima se mora ostvariti:

- Zaštita od odstupanja uslova paralelnog rada MHE – elektrodistributivna mreža,
- Zaštita dijelova postrojenja MHE i elektrodistributivne mreže od smetnji i kvarova u MHE,
- Zaštita postrojenja MHE od smetnji i kvarova u elektrodistributivnoj mreži.

Mala hidroelektrana mora imati zastupljene sljedeće zaštite:

- Prekostrujna zaštita statorskog namotaja od preopterećenja ( $I >$ ) sa vremenski odgođenim djelovanjem ( $t$ ),
- Prekostrujna zaštita statora generatora od kratkog spoja ( $I \gg$ ),
- Zaštita od zemljospoja u vlastitom postrojenju ( $I_{\varphi U}$ ),
- Zaštita od zemljospoja u distributivnoj mreži ( $I_{\varphi D}$ ),
- Zaštita od previsokog napona ( $U >$ ),
- Zaštita od preniskog napona ( $U <$ ),
- Zaštita od porasta frekvencije ( $f >$ ),
- Zaštita od sniženja frekvencije ( $f <$ ),
- Zaštita od povratne snage ( $\leftarrow P$ ),
- Zaštita od nesimetričnog opterećenja ( $I_0$ ),
- Zaštita od direktnog i indirektnog dodira,
- Diferencijalna zaštita ( $\Delta I$ ).



Slika 1. Klizište u blizini male hidroelektrane Bogatići na rijeci Željeznici [9]

Pored tehničke sigurnosti, veoma je bitno osigurati i fizičku sigurnost malih hidroelektrana. U fazi izrade idejnog projekta treba se posvetiti pažnja geološkim istraživanjima koja mogu informisati investitora o mogućnostima pojave klizišta, seizmičkim aktivnostima ili tektonskim pomjeranjima. Ovakve pojave mogu ugroziti sigurnost male hidroelektrane kao i dovesti do promjene toka vode što dalje vodi do smanjenja proizvodnje. Negativan primjer predstavlja MHE Bogatići na području Trnova gdje je klizište u 2011. godini oštetilo hidroelektranu. Klizište je djelomično sanirano i postavljeni su mjerni instrumenti za praćenje klizanja terena i podzemnih voda (sl.4.).

Na kraju, potrebno je osigurati zaštitu malih hidroelektrana protiv mogućih krađa i provala adekvatnim sistemom nadzora i osiguranja.

## V. ZAKLJUČAK

Obnovljivi izvori energije predstavljaju budućnost elektroenergetskog sektora u cijelom svijetu. Bosna i Hercegovina, prihvatajući direktive Evropske unije, preuzela je obavezu da postane dio promjena i povećanja udio proizvodnje iz obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije. Već je spomenuto da Bosna i Hercegovina ima značajan neiskorišteni hidropotencijal pogotovo u oblasti malih hidroelektrana što otvara velike mogućnosti za ulaganja.

Pored svih neupitno pozitivnih strana ulaganja u male hidroelektrane, u ovom radu izložene su i prepreke i rizici koje nosi investiranje u ovu oblast. Iz svega izloženog može se zaključiti da je neophodno pažljivo razmotriti navedene rizike, izvršiti procjene hidroloških uvjeta, detaljno izučiti zakonske regulative i biti spreman na izazove u svakom koraku pri postupku izgradnje MHE. Pošto zastarjelost podataka o hidrologiji i njena nestabilnost predstavljaju jedan od najvećih problema, treba se raditi na dobivanju pouzdanijih podataka pomoću modernih metoda (GIS, daljinska istraživanja i hidrološki modeli). Na kraju, treba se naglasiti važnost ulaganja u povećanje sigurnosti malih hidroelektrana jer se na

taj način može povećati isplativost MHE i ubrzati povrat investicije.

## ZAHVALNICA

Autori rada se zahvaljuju prof. dr. Rasimu Gačanoviću sa Elektrotehničkog fakulteta u Sarajevu na podršci i savjetima pri izradi ovog rada. Istraživanje je vršeno kao dio seminarskog rada u okviru predmeta „Projektiranje i automatizacija elektroenergetskih postrojenja“.

## LITERATURA

- [1] Directive 2001/77/EC of the European parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, Official journal L 283, 27/10/2001, p. 33-40.
- [2] S. Hanjalić, Distribuirana proizvodnja električne energije: Predavanja, Elektrotehnički fakultet Sarajevo.
- [3] D. Bačinović, I. Džananović i A. Jahić, Tehno-ekonomska analiza rada male hidroelektrane „Modrac“, 8. Savjetovanje BH K CIGRE, Neum, 2007.
- [4] E. Avdić, J. Krvavac i A. Ajanović, Neka iskustva u projektovanju i radu malih hidroelektrana, 10. Savjetovanje BH K CIGRE, Sarajevo, 2011.
- [5] Zakon o korištenju obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije, Službene novine Federacije BiH, broj 70/13.
- [6] Pravilnik o podsticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji, Regulatorna komisija za energetiku Republike Srpske, Trebinje.
- [7] G. Granić, M. Zeljko, I. Moranjkčić, J.A. Martinez, M. Olano i Ž. Jurić, Studija eneretskog sektora u BiH, Modul 12-Upravljanje potrošnjom, štednja energije i obnovljivi izvori energije, Energetski institut Hrvoje Požar i drugi, 2008.
- [8] R. Andričević, Male hidroelektrane, Građevinsko-arhitektonski fakultet Split.
- [9] T. Nikolić, Virtualna izložba „Živjeti s klizištima“ [Online], Dostupno: <http://www.klizista-hr.com/skupovi/1-simpoziji-o-klizistima/izložba-o-klizistima/>.

## ABSTRACT

In modern age, continuous growth of demand for electrical energy is followed by increased influence on the environment. Emerging requests for clean energy were the cause for development of new technologies which help using of renewable energy resources for electrical energy production. Hydro energy is very flexible renewable energy resource and is widely used. Small hydro power plants, especially in Bosnia and Herzegovina whose river watercourses are not used enough, make great opportunities for new investments. However, even though investing in small hydro power plants is generally profitable, there are some problems during planning and building these facilities. In order to make profit in expected time period, careful risk assessment is inevitable.

## SMALL HYDRO POWER PLANTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA – IMPLEMENTATION RISKS AND SECURITY ASPECTS

Edina Livnjak, Arnela Kozar