

ODRŽIVI RAZVOJ ŠUMARSTVA I IZGRADNJA MHE U BOSNI I HERCEGOVINI

Vesna Rajčević 1* , Čedomir Crnogorac 1**

1 Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2,
78000 Banja Luka, BiH

* e-mail: vrajcevic@gmail.com

**e-mail: hydrologyc@gmail.com

Suština ideje o održivom (usklađenom) razvoju jasno definiše činjenicu da je rast humane populacije jedna od determinanti razvoja ljudske civilizacije i razvoja društvenog sistema na našoj planeti. Cijena toga rasta je, istovremeno, sve veća eksploatacija jednog drugog sistema – prirodnog, pa se stoga očekuje da će uzurpacija (trošenje) prirodne sredine (prostora i resursa) biti sve prisutnija u budućnosti. Činjenica je da se ne može se osporiti humanoj populaciji pravo na razvoj, ali se može dovesti u pitanje obim i način eksploatacije postojećih resursa.

Da je riječ o prekomjernom trošenju vidi se i iz činjenice da se sve više narušava prirodna ravnoteža, a jedan od sve aktuelnijih problema je nestanak šuma u geografskom omotaču. Stoga je problem zaštite šumskih kompleksa i šumskih ekosistema u Bosni i Hercegovini višestruko kompleksan. Bitnu komponentu ugrožavanja šuma predstavlja i izgradnja MHE.

Metode istraživanja su bazirane na terenskim istraživanjima autora na brojnim vodotokovima u Bosni i Hercegovini, kao i detaljnoj analizi meteoroloških, hidroloških i biogeografskih podataka u slivovima rijeka Vrbanje i Velike Usore. Evidentna je ugroženost šumskog fonda, povećani rizik od erozije i pojave velikih kao i malih voda, zbog narušavanja uravnoteženog specifičnog oticaja u slivovima.

Ključne riječi: održivi razvoj, šume, male hidroelektrane, riječni režim, erozija

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FORESTRY AND CONSTRUCTION OF SMALL HYDRO-POWER PLANTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Vesna Rajčević 1* , Čedomir Crnogorac 1**

1 Faculty of Sciences, University of Banja Luka, Mladena Stojanovića 2,
78000 Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

* e-mail: vrajcevic@gmail.com

**e-mail: hydrologyc@gmail.com

The idea of sustainable development is clearly reflected in the fact that the growth of human population is one of determinants of the development of human civilisation and social system on our planet. On the other hand, this development comes at a cost of exploitation of another system – natural (space and resources), which is yet to become an issue in the future. It remains a fact that the human population cannot be denied of this right, but the range and manners of this exploitation should and must be challenged.

The fact that this process is an excessive one is evident from the fact that the natural balance is being more and more endangered, with one of the most topical issues being deforestation in the geographic layer. With regard to this, the issue of protection of forest

complexes and forest ecosystems is a multi-layered one, where the construction of small hydro-power plants (SHPP) is one of major challenges.

The research is based upon the fieldwork of authors at the sites of numerous watercourses in Bosnia and Herzegovina, as well as on a detailed analysis of meteorological, hydrological, and bio-geographic data concerning the basins of rivers of Vrbanja and Velika Usora respectively. Due to the disturbance of the balanced specific flow in the basins, there are records of forests vulnerability, increased risk of erosion and occurrence of high and low waters.

Key words: viable development, forests, small hydro-power plants (SHP), river regime, erosion.

UVOD

INTRODUCTION

Korijen sve prisutnije krize, izazvane eksploatacijom prirodnih resursa je u obimu društveno-ekonomskog razvoja i načinu kako najveći dio humane populacije prirodne vrijednosti (prirodni kapital) transformiše u privatni kapital, odnosno zadovoljenje životnih potreba (kvalitet života). Da nekontrolisani obim eksploatacije prirodnog kapitala postaje način postupanja savremenog čovjeka vidi se iz činjenice da su u svijetu od 1950 – 2010. godine utrošene količine resursa kolike su bile utrošene za sve prethodne generacije.

Klasični resursi, tj. resursi čija eksploatacija počiva na danas poznatoj tehnologiji mogu da obezbijede dovoljno energije za razvoj svijeta najviše još oko 30 godina (Ristić, 1995). Environmentalisti, ekonomisti, ekolozi i mnogi drugi eksperti već odavno upozoravaju da su negativne promjene u životnoj sredini rezultat nastojanja humane populacije da obezbijedi što viši životni standard, ne obazirući se na cijenu. M. Đukanović (1996) smatra da su kvalitet života ljudi i kvalitet životne sredine usko povezani, ali se ne može reći da su i uzajamni. Da bi ljudi obezbijedili sopstveni kvalitet života, to čine na račun kvaliteta životne sredine. Za ostvarivanje osnovnih ljudskih potreba čovjek je prisiljen da mijenja prirodu. Na taj način prirodna sredina, koja se razvija spontano, samoregulacijom, progresivno smanjuje svoje potencijale zbog prekomjernog iskorišćavanja od strane čovjeka. Dalji, nekontrolisani, privredni i prostorni presing naše civilizacije na prirodu zavisi i od činjenice koliko će ljudi, i dalje, nekritički prihvatiti vrednovanje stepena svog vlastitog razvoja. Sveukupni naponi humane populacije da konstantno unapređuje kvalitet života ne mogu se, na početku trećeg milenijuma, više ostvarivati na principima neograničene potrošnje resursa i neograničenih asimilacionih sposobnosti prirode za prihvatanje antropogenih emisija materija i energije. Na bilo kojem geografskom prostoru humana populacija može da uništava šume, hidrosferni i pedosferni kompleks, a da se taj gubitak ne odrazi i trenutno i dugoročno na bruto društveni proizvod određene administrativno - teritorijalne jedinice. Aktuelno vrednovanje privrednog razvoja ne obuhvata valorizaciju ekosistema gdje spadaju održavanje boniteta zemljišta, formiranje izdanskih voda, očuvanje čistog vazduha i regulisanje mikroklimе. Njihov gubitak najčešće dovodi do velikih izdataka i smanjenja bruto društvenog proizvoda. Logika govori, da ako se razvoj bilo kojeg regionalnog ili lokalnog segmenta prati samo kroz bruto društveni proizvod, kreatori takvog modela razvoja mogu lako obmanuti humanu populaciju. Jednog dana se može jednostavno saopštiti javnosti: „do sada smo imali brz i uspješan razvoj, ali smo potrošili šume i čiste vode“.

Sa tehnološkom revolucijom, na prelasku iz drugog u treći milenijum, inventarisiranje stanja naše planete pokazuje da već živimo sa brojnim degradiranim i devastiranim geografskim prostorima, sa nepovratno uništenim pejzažima, šumama, rijekama, jezerima; da se suočavamo sa mogućnostima smanjenja količina pitke vode i globalnom promjenom klime. Stoga se može zaključiti da najveći problemi planetarnog značaja jesu: moguća promjena klime uzrokovana energetske problemima, uništavanjem šuma i mogućim podizanjem nivoa mora, oštećenje ozonskog omotača, opasni i rizični otpadni materijali i ugrožavanje biodiverziteta. Evidentna je i mogućnost uništenja biosfere i njenih ekosistema, globalna degradacija životne sredine (svih geokomponenti), veliki demografski rast u nekim geografskim prostorima planete, ali i depopulacija, kao i iscrpljivanje resursa svih vrsta.

ODRŽIVI RAZVOJ SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Logično je da degradacija životne sredine i trošenje njenih resursa ima i svoje granice, pa planetarni razvoj mora da bude definisan kao „održivi“ (usklađeni) razvoj. Sintagma *održivi razvoj*, ustanovljena 1989. godine i proklamovana tzv. Bergenskom deklaracijom (1990. godine), označava mogućnost daljeg razvoja ne samo postojeće generacije nego i budućih generacija. Termin *održivi* (usvojen u Rio de Žaneiru, 1992 godine) potiče, najvjerojatnije, od potrebe održivog korišćenja resursa, tj. da se svaka djelatnost koja počiva na korišćenju resursa može trajno održavati. Već danas taj termin ne odražava realne potencijale brojnih resursa, u prvom redu fosilnih goriva, hidrosfernog kompleksa i, u najvećoj mjeri, šuma. Poznata je činjenica da je ekonomski rast promovisan BDP-om bio vodeći cilj stvaralaca ekonomskih politika na državnom i globalnom nivou. Želja je bila da se unaprijedi životni standard humane populacije putem plasmana roba i usluga na lokalnom i globalnom tržištu.

Naravno da su posljedice takvog razmišljanja po kojem se favorizuje nekontrolisani ekonomski rast imale negativne posljedice za životnu sredinu. To je bila jasna poruka da ekonomski rast ne pruža odgovarajuću perspektivu na trajno poboljšanje standarda humane populacije. Time je jasno rečeno da to nije ni odgovor za održivi razvoj budućih generacija. U suštini, bitna determinanta je bila analiza uticaja ovako shvaćenog globalnog razvoja, jer su mnoga tradicionalna društva, ovakvim razvojem, bila devastirana (Kupusović, 2016).

Evidentno je da je želja za bržim ekonomski rastom uticala negativno na životnu sredinu, pogotovo u urbanim geografskim prostorima zemalja u razvoju. Posljedice po životnu sredinu su se manifestovale i degradacijom brojnih ekosistema, a jedni od najugroženijih su bili šumski ekosistemi. Odgovor na nekontrolisani ekonomski rast dovela je „do novog koncepta razvoja – konceptu održivog razvoja, koji štiti životnu sredinu i unapređuje društvenu pravdu“ (Kupusović, 2016).

Prema M. Đukanoviću (1996) usklađeni (održivi) razvoj znači da sadašnje generacije treba da planiraju i stvaraju sebi odgovarajući kvalitet životne sredine, istovremeno ostavljajući budućim generacijama mogućnost da ostvaruju sebi isti kvalitet. Filozofija usklađenog razvoja zasniva se na principu intergeneracijske jednakosti. Ako se ovaj princip ne poštuje, tada štete u životnoj sredini učinjene danas prelaze na sljedeću generaciju. Neki autori su mišljenja da je filozofija održivog razvoja vezana za tehnoeкономski pristup problemima životne sredine u sklopu društveno-ekonomskog razvoja.

ODRŽIVI RAZVOJ ŠUMA/ŠUMARSTVA SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FOREST/FORESTRY

Jedan od najznačajnijih faktora privrednog razvoja i očuvanja životne sredine su šume naše planete. Predstavljaju tip rastišta koji objedinjuje biljne zajednice u kojima su preovlađujući segmenti formirani od drveća s više ili manje zatvorenim krunama. U širem smislu, šuma je prirodno – teritorijalni kompleks koji se izdvaja u regionalnom i u tipološkom pogledu kao ukupnost prirodnih dijelova sličnih po svojim morfološkim i funkcionalnim karakteristikama (landšaft tajge i sl.). Prema nekim autorima, šume predstavljaju prirodna staništa sa površinom većom od 0.5 ha, pokrovnošću kruna većom od 10% i visinom stabala preko 5m, sa varijabilnim učešćem prizemne flore. Šume vrše značajan uticaj na nastanak različitih zemljišta u prirodi, fizičku građu zemljišta, toplotne osobine zemljišta, kao i regulisanje zadržavanja i kretanja vode u zemljištu i njenu pristupačnost biljkama, ali i akviferima koji hrane izdani. Šume su u suštini modifikatori klime na brojnim geografskim prostorima jer imaju veliki uticaj na klimu svog bližeg, ali u nekim slučajevima i daljeg okruženja, u zavisnosti od površine koju zahvata, zatim od visine, gustine i vrste drveća. Posebno je značajno da li se radi o listopadnoj, četinarskoj ili mješovitoj šumi (Rajčević & Crnogorac, 2011).

Šumarstvo je privredna djelatnost koja obuhvata podizanje i iskorišćavanje šuma, a takođe upravljanje šumskim površinama posebne namjene. Upravljanje šumama odnosi se na šumu i šumsko zemljište, šumske proizvode (drvo, kora, smola, šumski plodovi i dr.), na druga prirodna dobra na šumskom zemljištu (kamen, pijesak i dr.), kao i na ostale koristi od šuma (zaštitne, rekreacione). Nekontrolisana sječa šuma, koja najčešće prouzrokuje pojavu erozija i bujica, predstavlja značajnu smetnju za razvoj održivog šumarstva. Kod gradnje MHE, naročito onih koje imaju tlačne cjevovode, konsistentnost šumskog zemljišta se višestruko narušava gradnjom trase puta za prevoz tehničko – materijalnih sredstava i probijanjem trase za tlačne cjevovode. Stabilna podloga se transformiše u nestabilnu, a vodnom erozijom zauvijek nestaje zemljište iz sliva, uz pojavu brojnih klizišta. Dosadašnja istraživanja su pokazala da erozija slivove prirodnih, planinskih vodotoka najčešće pretvara u bujične poplave u donjem toku. Istovremeno, ta erozija, enormnom produkcijom nanosa, dovodi do pojave porasta velikih voda ravničarskih rijeka. Kod zaustavljanja degradacije šumskih ekosistema najčešći oblici biološke zaštite od erozije su pošumljavanje i zatravnjivanje.

Šumski kompleksi i podzemne vode **Forest complexes and groundwater**

Voda, kao jedna od najvažnijih geokomponenti geografskog omotača je u suštini osjetljiv, ali i ograničen resurs kada je u pitanju njena upotrebljivost. Vodni resursi su neophodnost u svakodnevnom životu humane populacije, industriji, energetici, poljoprivredi, ukoliko voda u bilo kojem agregatnom stanju je jedna od najvećih vrijednosti naše planete. Niz je faktora koji utiču na kvantitativna i kvalitativna svojstva vode, a jedan od aktuelnih pritisaka na vodne resurse je eksploatacija šuma, koja direktno utiče na kvalitet i zalihe podzemnih voda.

Nije slučajnost da je konferencija Ujedinjenih nacija o održivom razvoju (Njujork, 2015. godine) usvojila novi Program globalnog razvoja do 2030. godine (Agenda 2030). Jedan od ciljeva je zaštititi, uspostaviti i promovisati održivo korišćenje kopnenih

ekosistema, održivo upravljanje šumama, suzbiti dezertifikaciju, spriječiti i zaustaviti degradaciju zemljišta i konačno spriječiti uništavanje biodiverziteta.

Režim podzemnih voda, u suštini, predstavlja rezultantu niza složenih i međuzavisnih pojava. Osnovni prirodni faktori režima podzemnih voda su klimatski, geološki, hidrološki i biološki. Šume imaju poseban uticaj na padavine (kiša, snijeg) i hranjenje izdani. Padavine u šumskim područjima primarno imaju dvostruku ulogu: obezbjeđuju biljkama dovoljnu količinu vlage i količinu padavina koja će se infiltrirati na topografskoj površini u izdanske vode. Koja će se količina padavina infiltrirati zavisi od intenziteta i trajanja padavina, karakteristika zemljišta, ukupnog stanja topografske površine, postotka zasićenosti zemljišta vlagom, pada topografske površine, vrste šumskog i biljnog pokrivača. Ne smije se zanemariti godišnje doba, kao i vrsta i faza razvoja šumske vegetacije. Poznata je činjenica je da biljni pokrivač zadržava značajan dio padavina i utiče na režim izdanskih voda, hranjenje vodotoka i formiranje zaliha vode za stalne izvore.

Nije moguće usvojiti ni jedinstvenu numeričku tabelu kada je u pitanju raspodjela padavina u šumskim područjima. Jedan dio padavina (kiša) zadržava se u krunama drveća i najčešće isparava u atmosferu, jedan dio sliva se niz stablo. Dio padavina pada sa grana, lišća ili iglica u vidu kapljica.

Šumski pokrivač i njegova eksploatacija ili njegovo eliminisanje je jedan od najznačajnijih fizičkogeografskih, ali i antropogenih faktora. Njegovim eliminisanjem sa određene topografske površine značajne promjene u slivu rijeke se dešavaju kod specifičnog oticaja (q) i količine vode koja se infiltrira u izdani. Drugim riječima, najveći uticaj na pravilno oticanje padavina, površinskih voda i voda koje prodiru kroz zemljište imaju šume (Dukić & Gavrilović, 2006). Osnovnu ulogu imaju krošnje drveća, opalo lišće i četine. Dosadašnja praksa je pokazala da je biljni pokrivač najefikasniji regulator način održavanja ujednačenog oticanja vode na šumskim zemljištima. Racionalno korišćenje šuma doprinosi zaštiti zemljišta od erozije, ali i stabilnom hranjenju izdani. Međutim, kod nekontrolisanog eliminisanja šumskog pokrivača (putne trase, trase za dalekovode i dr.) bez biološke zaštite, pošumljavanja zatravljivanja, evidentne su pojave erozija i bujica.

Uloga vegetacije u oticanju padavina

The role of vegetation in the precipitation of precipitation

Vegetacija (lat. vegetatio) predstavlja skup svih biljnih zajednica određenog područja Zemljine površine. U humidnim (vlažnim) područjima evidentne su pojave erozija i bujica. U tim područjima vegetacija je primarno zastupljena u šumskim zajednicama, a sekundarno zajednicama livada, pašnjaka, oranica i dr. Na osnovu dugotrajnih i opsežnih proučavanja uticaja vegetacije na oticanje padavina konstatovano je da je uticaj vegetacije, kao hidrološkog faktora, često od presudne važnosti za režim površinskih i podzemnih voda. Konstatovano je, između ostalog, sljedeće (Rajčević & Crnogorac, 2017):

- ukupnost biljnih vrsta, svojstvenih određenom geografskom prostoru, zadržavanjem dijela padavina i povećanjem infiltracije, doprinosi znatno uravnoteženju voda,
- iz meteorološke prakse je poznat da šume, u određenoj mjeri, povećavaju padavine, svojstvene određenom geografskom prostoru, zadržavaju dio padavina i doprinose povećanju infiltracije, a doprinose znatno i uravnoteženju voda,
- usljed zadržavanja padavina na lišću i granju (intercepcija) vegetacija djeluje u pravcu smanjivanja ukupne mase vode koja iz sliva otiče,

- stvaranjem rastresitog zemljišta i spriječavanjem da se ne eliminiše erozijom, biljni pokrivač štiti podzemne izdani,
- evidentan je uticaj vegetacije u spriječavanju erozionih procesa, zatim u usporavanju i zadržavanju nanosa da ne ugrožava vodotoke ili se akumulira u jezerskim basenima,
- snježni pokrivač u šumama postepenim otapanjem putem snježnice učestvuje u hranjenju proticaja mnogih vodotoka; u šumi je 18-20% više snijega nego na golom polju, „Sječa šume i napasanje stoke narušavaju površinsku strukturu tla i pogoršavaju infiltracionu sposobnost zemljišta, što se ispoljava u promjenama veličine elemenata vodnog bilansa i riječnog režima“ (Dukić, 1998).

Sječa šuma je, prije svega, danas jedan od važnijih negativnih antropogenih uticaja na vrijeme i klimu. Sječom šuma na velikim površinama, a u toku mnogih vijekova, humana populacija je mijenjala klimu na velikim geografskim prostorima. Krčenje listopadnih šuma u umjerenom pojasu, koje su imale svojstvenu klimu, čovjek je na ogromnim površinama, u pravom smislu riječi, stvorio kulturnu stepu sa drugom klimom, sa nizom varijanata mikroklimi, a da to nije ni sam znao.

U planinskim oblastima, iskrčivši šumu, čovjek je promijenio mikroklimu, odnosno humana populacija je pospješila eroziju i izmijenila veličine komponenata vodnog bilansa (Dukić, 1998).

MHE I ODRŽIVI RAZVOJ ŠUMA

MINI HYDRO POWER PLANTS AND SUSTAINABLE FOREST DEVELOPMENT

Analize, koja su vršene nakon velikog poplavnog talasa u Bosni i Hercegovini 2014. godine, definisale su prilično pesimistične prognoze poplavnog rizika za budući period. Poplave mogu i dalje imati izuzetno negativne posljedice po stanovništvo i materijalna dobra, ukoliko se pravovremeno ne definišu osnovni principi. Shodno tome, zaštita od štetnog djelovanja voda je bez sumnje prioritet, koji je potrebno usaglasiti sa rangom i kvalitetom realizovanih projekata urbanih, privrednih, infrastrukturnih i niza drugih sistema koje treba štiti od velikih voda. Ovakav pristup je rezultat sveopšteg principa da je zaštita nekog područja dinamička kategorija i mijenja se u zavisnosti od izmjena u validnosti ugroženih materijalnih dobara, kao i novom pristupu hidroloških obrada, morfoloških promjena na slivu i promjena riječnih režima. Pri tome je potrebno adekvatno ocijeniti koji je stepen zaštite prihvatljiv. Osnovni korak ka održivom i vremenski prihvatljivom rješenju zaštite slivova od poplava je izrada tehničke dokumentacije. Poznavanje velike vode veoma je značajno za dimenzioniranje hidrotehničkih objekata i veoma je bitno sa aspekta ekonomičnosti izgradnje, ali i sa stanovišta bezbjednosti.

Prekomjernom sječom šuma u slivovima brojnih rijeka u Bosni i Hercegovini poremećeno je i pravilno oticanje padavina, jer je biljni pokrivač najbolji regulator režima oticanja vode na šumskom i poljoprivrednom zemljištu. Ubrzani nestanak šumskog pokrivača u slivu brojnih vodotoka doveo je do pojave erozije i bujica na geografskom prostoru Bosne i Hercegovine, odnosno došlo je do narušavanja prirodne ravnoteže između vegetacije, zemljišta i specifičnog oticaja. U Bosni i Hercegovini prisutna je i danas masovna i nekontrolisana sječa šuma, a ona se najdirektnije manifestuje u brzom pojavljivanju velikih voda kod obilnijih padavina ili kod otapanja snijega, odnosno u promjenama specifičnog oticaja kod slivova u kojima se vrši sječa šuma. Uticaj šuma je posebno vidljiv kod promjena specifičnog oticaja u područjima izgradnje MHE.

Specifični oticaj (q) predstavlja broj litara atmosfere vode koja otekne sa površine sliva od $1 \text{ km}^2/\text{s}$ i veoma je pogodna jedinica za hidrološko proučavanje rijeka. Odnos između apsolutno maksimalnih i minimalnih proticaja (Q) i njihovih specifičnih oticaja (q_{\max} , q_{\min}) možemo vidjeti na primjeru rijeke Vrbasa i njegovog najvećeg podsliva (rijeka Vrbanja). Odnos između maksimalnih i minimalnih proticaja (Q) i njihovih specifičnih oticaja kod ovih rijeka predstavljen je u Tabeli 1.

Tabela 1. Odnos između (srednjomjesečnih/srednjogodišnjih) maksimalnih i minimalnih proticaja (Q) i njihovih specifičnih oticaja (q) u slivu Vrbasa (2010 – 2015. godine)

Table 1. Relation between (monthly/yearly average) maximal and minimal flows (Q) and their specific flows-off (q) in the Vrbas River basin (year 2010 - 2015)/

Rijeka	Mjesto	Sliv, km^2	Q_{\max} , m^3/s	$q_{\max, \text{L.S.}}$, km^2/s	Q_{\min} , m^3/s	$q_{\min, \text{L.S.}}$, km^2/s	Odnos 4:6	Odnos 5:7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vrbas	B. Luka	6386	1313	0.2556	22.2	0.003476	59.14	59.125
Vrbas	Delibašino selo	6386	1324	0.2073	13.8	0.002161	95.74	95.93
Vrbanja	Vrbanja	791.33	843.8	1.0663	0.7	0.00088	1205.4	1211.70

MHE i riječni režimi MHPs and river regimes

Definicija riječnog režima Definition of river regime

Jedan od bitnih prioriteta ciljeva i izučavanja potamoloških istraživanja je proučavanje riječnih režima, izdvajanje i klasifikacija njihovih tipova i varijanata. Francuski hidrolog-geograf M. Parde ukazuje da „režim predstavlja kompleks pojava koje se odnose na hranjenje vodotoka i promene njihovih stanja“. Riječni režimi su posljedica načina hranjenja rijeka vodom, prema kojima se izdvajaju sljedeći tipovi riječnih režima: nivalni, pluvijalni, nivalno-pluvijalni, pluvijalno-nivalni i sl. Najčešće su kombinovani riječni režimi sa preovlađujućim značajem jednog od izvora hranjenja za pojedine dijelove riječnog toka i u različitim periodima godine.

Vodostaj i vodostanje Current water level and water level over a monitored period of time

Vodostaj predstavlja visinu nivoa vode na rijekama, jezerima i moru, u odnosu na neku uslovnu horizontalnu površinu. Nivo vode (vodostaj) osmatra se i mjeri za potrebe: plovidbe, projektovanje i izgradnju raznih hidrotehničkih objekata (pristaništa, regulacije vodotoka, uređivanje korita rijeke – produbljivanje korita, utvrđivanje obala i dr.), izgradnje mostova, vodozahvata, odbrane od poplava i dr.

Proticaj vode *Water flow*

Zbog mogućih, a kod nekih vodotoka i relativno čestih promjena vodostaja (zasipanje nanosom), djelimično produbljivanje pojačanim intenzitetom vertikalne erozije) često nije moguće pouzdano odrediti osobenosti riječnih režima. Stoga se u hidrologiji više koristi promjena količine vode koja protiče kroz određeni profil rijeke, odnosno u hidrološkoj praksi i teoriji dat je prioritet proticaju. Proticaj je količina vode koja u jednoj sekundi protekne rijekom na bilo kom dijelu njenog toka. Obično se mjeri na mjestima gdje je postavljena vodomjerna letva, a izražava se u m³/s. Proticaj zavisi od padavina, sastava tla, reljefa, biljnog pokrivača i veličine sliva.

MHE i zaštita životne sredine **MHPs and protection of the environment/**

U Republici Srpskoj i Federaciji Bosne i Hercegovine, na početku XXI vijeka, aktuelna je izgradnja hidroelektrana, a dominantan je veliki broj koncesija (oko 280, maj 2016. godine) za izgradnju malih i mikro hidroelektrana (MHE). Osnovna namjena MHE je proizvodnja električne energije, ali njihov polifunkcionalni značaj trebao bi jasno da se valorizuje i u konceptima vodosnabdijevanja, navodnjavanja, razvoja poljoprivrede, ribogojstva, rekreacije i turizma, što nije slučaj u do sada izgrađenim MHE. Da bi se pristupilo izgradnji pojedinih MHE potrebno je definisati osnovni pristup kroz „Studiju uticaja na životnu sredinu“, koji podrazumijeva usaglašavanje ciljeva razvoja, odnosno održivi razvoj. To podrazumijeva i usaglašavanje zahtjeva za optimalno korišćenje prostora, što podrazumijeva primjenu GEMS sistema (GEMS – Global Environment Monitoring System). Za Bosnu i Hercegovinu možemo konstatovati da su obnovljivi izvori energije, u određenoj mjeri, još uvijek ekonomska/finansijska, ekološka i prostorno-planerska nepoznanica.

Prostorno planska rješenja i uloga MHE u životnoj sredini *Spatial planning solutions and the role of MHP in the environment*

Pri izgradnji MHE glavne barijere su: administrativne, društvene, tehničke, finansijske, institucionalne i zakonodavne, environmentalne i ekološke (Studija uticaja na životnu sredinu). Kod administrativnih „barijera“ dominantne su neizdavanje urbanističke saglasnosti i dugi rokovi koncesionara na validnu dokumentaciju za MHE. Primjenom GEMS sistema i pristupa (ISO 14001) moguće je dobrim dijelom u narednom periodu trajno definisati uticaj MHE na životnu sredinu u Bosni i Hercegovini.

Privremeni i trajni uticaji izgradnje hidroenergetskih objekata sa odgovarajućim akumulacijama. Privremeni uticaji za vrijeme izgradnje MHE (u trajanju jedne do tri godine) ispoljavaju se kod: povećanja buke u zoni izgradnje, povećanja zagađenosti vazduha zbog građevinskih radova i izduvnih gasova mehanizacije koja se koristi, a dolazi i do vizuelne promjene pejzaža. Uticaji se odražavaju na biološku raznovrsnost (flora i fauna), kao i na naselja i stanovništvo u zoni gradnje akumulacije. Na biološku raznovrsnost i devastaciju šumskog fonda najviše utiče izgradnja tlačnog cjevovoda i mašinske hale MHE. Kada su u pitanju trajni uticaji, mogući i pretpostavljeni uticaj MHE (sa eventualnim odgovarajućim akumulacijama) su:

- novi način korišćenja vodnih masa će promijeniti/izmijeniti ekološku sliku određenog geografskog prostora;
- sječu šuma i narušavanje održivog upravljanja šumama i šumskim ekosistema;
- promjena režima površinskih i podzemnih voda u slivovima gdje su locirane MHE;
- vizuelne promjene pejzaža i moguće izmjene poprečnih profil riječnih korita i riječnih dolina;
- s obzirom na relativno male zapremine i površine MHE akumulacija neće biti negativnog uticaja na meteorološke parametre (temperatura, vlažnost vazduha, padavine, vjetrovi i sl.);
- trajni uticaji koji mogu imati određeni geografski prostori; dugoročni negativni uticaji su izgradnja putne infrastrukture (pristupni putevi za izgradnju akumulacije, tlačnog cjevovoda i mašinske hale) i trase transfera struje do potrošača putem dalekovoda, kao i moguća indukovana seizmičnost (promjena režima podzemnih voda).

Akcidentne situacije. Kod projekta MHE i akumulacija, posebnim aneksima u okviru svakog pojedinačnog projekta i specifičnostima svakog vodotoka, potrebno je definisati mjere zaštite i spriječavanja posljedica eventualnih akcidentnih situacija. To se odnosi na vrijeme izgradnje MHE, ali i za period eksploatacije MHE.

Prostorno planska rješenja korišćenja vodotoka Bosne i Hercegovine za izgradnju MHE

Prema raspoloživim i dostupnim podacima vodoprivredno planiranje slivova manjih vodotokova u Bosni i Hercegovini, na kojima se grade ili će se graditi MHE, nije do sada izvršeno, niti je na odgovarajući način valorizovano i verifikovano u prostornim planovima. Evidentno je da bi jedna kompleksna (ekspertska) dokumentacija riječne mreže Bosne i Hercegovine predstavljala dobru osnovu da se odrede smjernice, uslovi korišćenja i zaštita voda u svim prostorno planskim dokumentima. Vodostaji i proticaji gornjeg toka brojnih vodotokova, a često i nizvodni dio, karakteriše pojava talasa velikih voda sa pojavama velikih maksimalnih dnevnih proticaja, a to prouzrokuje ugroženost donjih, proširenih dijelova riječnih dolina na kojima se grade MHE. Zaštita od plavljenja izgradnjom nasipa i obodnih kanala, kao i povećanjem proticaja korita vodotoka, zbog gabarita ovih objekata (odnos dužine zaštitnih objekata i topografske površine), po pravilu predstavljaju skupa i tehnički nepovoljna rješenja.

Smatramo da je rješenje u regulisanju/izravanju proticaja na uvodnim dijelovima sliva. To istovremeno znači da osnovu strategije u rješavanju problema zaštite od poplava u slivovima rijeka u Bosni i Hercegovini treba da čine vodne akumulacije, koje ublažavaju talase velikih voda. Zbog relativno kratkog trajanja maksimalnih proticaja, relativno malim retenzionim prostorima i akumulacijama mogu da se postignu značajni efekti u pogledu smanjenja maksimalnih proticaja. Izgradnja višenamjenskih akumulacija spriječava moguća plavljenja, omogućuje efikasniji i racionalniji sistem vodosnabdijevanja, dobijanje električne energije, poboljšava vodni režim i reference životne sredine, omogućava razvoj turizma i rekreacije, daje novi kvalitet prostorima u okruženju, kao što su stočarstvo, zemljoradnja i dr. Prirodne vrijednosti, po kojima su prepoznatljivi planinski tokovi, su mozaici koji se rijetko mogu naći u mnogim riječnim mrežama van naših geografskih prostora. Može se samo konstatovati da su to jedinstveni i nezagađeni prostori, sa geomorfološkim osobenostima (klisure, kanjoni, speleološki objekti, kompozitne doline, geološke vrijednosti

i dr.) koje nemaju ni prostorno mnogo veći geografski prostori u Evropi. Mnogi od vodotoka, za koje su izdate koncesije za izgradnju MHE, odlikuju se bogatstvom flore i faune, varijetetima pejzaža sa prirodnim vidikovcima, prekrasni i jedinstvenim vodopadima, brzicama i slapovima.

Na primjeru gornjeg toka rijeke Vrbanje, Studene, Jalove, kao i drugih rijeka u Bosni i Hercegovini gdje su građene MHE, najbolje se može vidjeti pogubnost uništenja flore, faune i ihtiofaune, devastiranja šumskog kompleksa, koje dovodi do ekstremnog porasta vrijednosti specifičnog oticaja i pojave velikih poplavnih voda u slivu.

Postavljanjem tlačnog cjevovoda, od formiranja zagata u koritu rijeke gdje se riječni tok cijevima (od 1.5 – 4.0 km, pa i duže) usmjerava u mašinsku halu, dotadašnja prirodna korita rijeka, na trasi cjevovoda, postaju u suštini suva riječna korita, bez svoje prirodne funkcije. Erozioni procesi topografsku površinu pretvaraju u brazde, vododerine i jaruge i konačnu u tzv. rđavu zemlju, dakle neupotrebljivo zemljište u narednih 20-30 godina.

ZAKLJUČAK CONCLUSION

Kod projektovanja i izgradnje MHE (sa odgovarajućim akumulacijama) sa pratećim objektima, neophodni su detaljni podaci o inženjerskogeološkim i hidrogeološkim svojstvima sliva, morfometrijskim, morfološkim, hidrološkim, klimatskim, geomorfološkim, pedološkim i biogeografskim svojstvima kao i podaci o geomehaničkim, geotehničkim, geofizičkim i geohemijskim karakteristikama. Projektovanje MHE potrebno je uraditi u skladu sa svjetskim standardima i svim tehničkim i zakonskim propisima na nivou Bosne i Hercegovine, koji definišu stroge kriterijume u zaštiti životne sredine. U dolinama brojnih tokova predviđenih za izgradnju MHE, u strukturi i teksturi stijenske mase stanište ima određen broj endemskih vrsta i često relikata, koje je potrebno zaštititi.

Aktivnim korišćenjem MHE i vodnih akumulacija na tokovima rijeka Bosne i Hercegovine u hidroenergetske svrhe i druge namjene (sport, rekreacija, turizam, ribarstvo, navodnjavanje i dr.) geografski prostor bio bi privredno obogaćen, a prostorno oplemenjen. Postojeća inženjerskogeološka saznanja i odgovarajuće analize geografskog prostora Bosne i Hercegovine u zoni Dinarida potvrđuju da je taj prostor iskoristiv za izgradnju HE i MHE sa odgovarajućim akumulacijama.

Dosadašnja istraživanja potvrđuju da je tu proces karstifikacije, uglavnom, zaostao za procesom fluvijalne erozije, tako da je rizik kod formiranja akumulacija sveden na minimum. Podzemne vode korespondiraju sa riječnim koritima. Fizičko – mehaničke karakteristike stijenskih masa u okviru geološke građe geografskog prostora, u cjelini su povoljne za projektovanje i izgradnju hidroenergetskih objekata sa akumulacijama. Karstni tereni su stabilni i dovoljno vododržljivi, uz uvažavanje činjenice da u njima postoje i manje povoljne lokalne zone, koje će se nakon detaljnih istraživanja tretirati na odgovarajući način. Izgradnjom MHE objekata šumski kompleksi moraju biti zaštićeni, odnosno i oplemenjeni po posebnim projektima, a ne ugroženi i devastirani, kao što je do sada slučaj kod izgradnje MHE.

Literatura References

1. Дукић Д. (1998). Климатологија, Географски факултет, Универзитет у Београду, Београд.

2. Дукић Д., Гавриловић Ј. (2006). Хидрологија, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
3. Ђукановић М. (1996). *Životna sredina i održivi razvoj*, Elit, Beograd.
4. Kupusović T. (2016). *Vode i održivi razvoj – svijet, EU, region i BiH*, Zbornik Prvi BiH kongres o vodama (elektronska verzija), Sarajevo.
5. Рајчевић В., Црногорац Ч. (2011). Ријека Врбања – физиогена својства слива и ријечног система, АРТПРИНТ, Бања Лука.
6. Рајчевић В., Црногорац Ч. (2017). Хидрологија II – Потамологија, Географско Друштво Републике Српске, Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци, Бања Лука.
7. Ристић Д. М. (1995). *О енергији, Музеј науке и технике*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

SUMMARY

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF FORESTRY AND CONSTRUCTION OF SMALL HYDRO-POWER PLANTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Vesna Rajčević 1* , Čedomir Crnogorac 1**

1 Faculty of Sciences, University of Banja Luka, Mladena Stojanovića 2,
78000 Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

* e-mail: vrajcevic@gmail.com

**e-mail: hydrologyc@gmail.com

When designing and building micro hydropower plants (MHPs), with respective accumulations and adjoining facilities, it is necessary to obtain data on geological and hydrogeological properties of the basin, morphometric, morphological, hydrological, climate, geomorphological, pedological, and biogeographic features, as well as data on geomechanical, geotechnical, geophysical and geochemical characteristics.

Through an active use of MHPs and their respective accumulations on the watercourses of the Bosnia and Herzegovina for various purposes (energy, fishing, tourism, recreation, irrigation etc), the geographic area of the Bosnia and Herzegovina would be enhanced in terms of economy. The existing geological analyses in the zone of the Dinarides confirm that the area could be used for building hydropower plants and micro hydropower plants with respective accumulations. If designed properly, these objects can contribute to preservation of forests, even their expansion, rather than devastation, as is the case with the existing plants.

Authors

Vesna Rajčević, PhD, associate professor, was born in the town of Gradiska, Bosnia and Herzegovina, on 21 February 1979, where she finished her primary and secondary education. In 2002, Ms Rajcevic graduated from the Faculty of Sciences, University of Banja Luka, where she obtained her PhD degree in 2011, with her MA studies having been completed at the Faculty of Geography, University of Belgrade, in 2005. Up to date, Ms Rajcevic has published 26 scientific papers and 5 professional papers, authoring/co-authoring 5 books and monographs and 2 practicums, and has participated in 3 projects. Her

field of interest is physical geography (subjects of Hydrology, Applied Hydrology, and Exploitation and Protection of Water Sources).

Čedomir Crnogorac, PhD, retired full professor, was born in the city of Kragujevac, Republic of Serbia, on 11 December 1949. Mr Crnogorac finished his primary and secondary education in Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, where he also gained his BA and MA degrees at the Faculty of Sciences, University of Sarajevo. He obtained his PhD degree at the Faculty of Sciences, University of Banja Luka. Up to date, he has published 70 scientific papers, 18 professional papers, and 9 science books, authoring/co-authoring 18 books and textbooks and managing 9 scientific research projects and 3 science projects. In addition, Prof. Crnogorac has chaired scientific boards at 6 international congresses and participated at 80 conferences.