

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno – matematički fakultet
Biološki odsjek

Seminarski rad

**POSLEDICE GRADNJE HIDROELEKTRANA NA
RIJEČNE TOKOVE**

**CONSEQUENCES OF HYDROELECTRIC POWER
PLANTS ON THE RIVER ECOSYSTEMS**

Leana Šibi
Znanosti o okolišu
Environmental sciences
Mentor: Maria Špoljar

Zagreb, 2009.

SADRŽAJ:

1.0.	UVOD.....	1
2.0.	HIDROELEKTRANE.....	2
2.1.	PROTO NE HIDROELEKTRANE.....	3
2.2.	AKUMULACIJSKE HIDROELEKTRANE.....	4
2.3.	REVERZIBILNE HIDROELEKTRANE.....	5
3.0.	NEGATIVNI UTJECAJI IZGRADNJE HIDROELEKTRANA NA RIJE NE TOKOVE.....	5
3.1.	PREKINUTI KONTINUITET TOKA RIJEKE.....	6
3.2.	PROMJENA ŽIVOTNIH UVJETA.....	6
3.3.	PROMJENA REŽIMA PRONOSA SEDIMENTA.....	8
3.4.	ONEMOGU ĆENA VEZA S OKOLNIM POVRŠINSKIM I PODZEMNIM VODAMA.....	8
3.5.	NEGATIVAN UTJECAJ NA RIBLJI FOND.....	9
3.6.	UTJECAJ AKUMULACIJA NA MIKROKLIMU PODRU ĆA.....	9
4.0.	MOGU ĆA RJEŠENJA NAVEDENIH PROBLEM.....	9
5.0.	SAŽETAK.....	10
6.0.	SUMMARY.....	10
7.0.	LITERATURA.....	12

1.0. UVOD

Hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode najprije pretvara u mehani ku energiju (preko turbina – strojeva koji se vrte i preuzimaju energiju od vode), a potom u elektri nu energiju u generatoru (rotacijski elektri ni stroj koji mehani ku energiju pogonskog stroja pretvara u elektri nu energiju). Zna ajke hidroelektrana ovise o vodotoku na kojem su napravljene, tj. o njegovom protoku i koli ini raspoložive vode, njenoj raspodjeli tijekom godine te o visini pada vode.

„Hrvatska više od pola ukupne elektri ne energije dobiva iz hidroelektrana (52%)“, (www.hep.hr). Preostali neiskorišteni energetske potencijal na našim rijekama je vrlo mali, a nemogu e ga je ostvariti bez drasti nog utjecaja na okoliš i prirodu. Iako se hidroelektrane smatraju prihvatljivijima u odnosu na konvencionalne elektrane (termoelektrane na fosilna goriva i nuklearne elektrane), sve je više dokaza kako hidroelektrane ozbiljno i nepovratno narušavaju ekosustave rijeka na kojima se grade, a naro ito su problemati na akumulacijska jezera jer u potpunosti mijenjaju ekosustav rijeke i mikroklimu okolnog podru ja. Ponekad se zbog akumulacijskih jezera moraju iseliti i itava naselja, a pritom se trajno potapaju kulturni spomenici, arheološka nalazišta, poljoprivredno vrijedna zemljišta i naravno, staništa brojnih životinja i biljaka. Svrha ovog seminarskog rada je prikazati stvarni utjecaj gradnje i iskorištavanja hidropotencijala u proizvodnji struje.

Danas se tre ina svjetskog stanovništva oslanja na proizvodnju struje iz hidroenergije, a hidroelektrane s velikim branama ukupno proizvode 22% elektri ne energije. Brane se promoviraju kao važni i održivi izvori vode i struje te kao dugoro ne strateške investicije od višestrukih koristi. Kao ostale, manje izravne koristi navodi se regionalni razvoj, otvaranje radnih mjesta, ja anje industrije, financijska dobit od izvoza elektri ne energije i sl. U zadnjih 50 godina postali su vidljivi utjecaji brana na društvo i okoliš.

„Brane su rascjepkale i nepovratno promijenile ve inu svjetskih rijeka, a smatra se da je globalno 40-80 milijuna ljudi preseljeno zbog gradnje akumulacija“ (www.geog.pmf.hr/e_skola/geog/mini/obnov_izvori_energ). Glavne dobrobiti koje se koriste u obranu i promoviranje daljnje gradnje brana su: navodnjavanje, elektri na energija, obrana od poplava i vodoopskrba. Naspram toga, glavne zamjerke branama zbog kojih ja a otpor gradnji novih brana te ujedno predstavljaju razloge zatvaranja loših, ve izgra enih uklju uju

sljedeće argumente: visoka financijska dugovanja, previsoki troškovi gradnje i održavanja postrojenja, preseljenje i osiromašenje lokalnog stanovništva, uništavanje važnih ekosustava rijeka i ribljeg fonda te nejednaka i nepravedna raspodjela troškova i dobiti.

Neke od važnijih hidroelektrana u svijetu su Tri klanca (Kina), Itaipu (Brazil/Paragvaj), Hooverova hidroelektrana (SAD), Rio Grande (Argentina), Wivenhoe Power Station (Australija), dok su neke od važnijih hidroelektrana u Hrvatskoj Ozalj i Ozalj II (Kupa), Jaruga i Miljacka (Krka), Peruća i Zakućac (Cetina), Gojak (Dobra), Pakovec i Dubrava (Drava) te Velebit (Zrmanja).

2.0. HIDROELEKTRANE

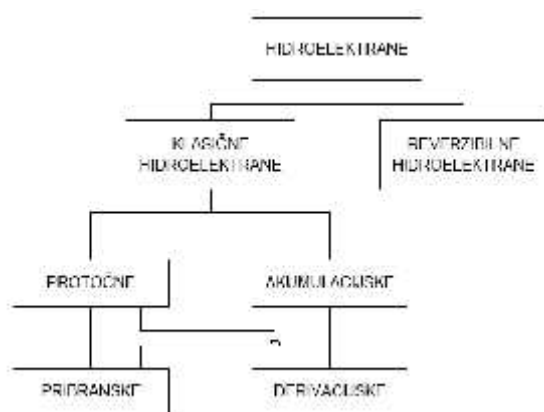
„Hidroelektrane ili hidroelektrične centrale su elektrane koje pomoću vodenih turbina pretvaraju potencijalnu energiju vode u kinetičku i mehaničku, koja se dalje koristi za obrtanje električnog generatora“ (<http://hr.wikipedia.org/wiki/hidroelektrane>).

Turbina se sastoji uglavnom od jednog provodnog dijela koji vodi daje dovoljno veliku brzinu i preko obrtnog kotača oduzima energiju vode.

Prema količini vode i visini vodenog pada koji koriste, razlikuju se:

- hidroelektrane s visokim padovima i relativno malom količinom vode,
- hidroelektrane sa srednjim i niskim padovima i
- hidroelektrane s niskim padovima i relativno velikom količinom vode

Na slici 1. Prikazana je podjela hidroelektrana na klasične i reverzibilne te daljnja podjela klasičnih hidroelektrana na protokne i akumulacijske.



Slika 1.: Podjela hidroelektrana (www.zelenaakcija.hr)

2.1. PROTOKNE HIDROELEKTRANE

„Protokne hidroelektrane su one kojima se uzvodna akumulacija može isprazniti za manje od dva sata rada kod određene snage ili takva akumulacija uopće ne postoji“ (Jozsa, L., 2005.).

Kinetička energija vode se skoro direktno koristi za pokretanje turbina. Svjetski energetski trend posljednjih godina je sve veći iskorak ka obnovljivim izvorima energije. Za male hidroelektrane se smatra da nemaju nikakav štetan utjecaj na okoliš, za razliku od velikih kojima se štetnost opisuje kroz velike promjene ekosustava (gradnja velikih brana), utjecaji na tlo, poplavljanje, utjecaji na slatkovodni živi svijet, povećana emisija metana i postojanje štetnih emisija u životnom radnom vijeku hidroelektrane koje su uglavnom vezane za period izgradnje elektrane, proizvodnje materijala i transport. Pojam male hidroelektrane se može promatrati s različitih gledišta i razlikuje se od zemlje do zemlje, ovisno o njezinom standardu, hidrološkim, meteorološkim, topografskim i morfološkim obilježjima lokacije, te o stupnju tehnološkog razvoja i ekonomskom standardu zemlje. Razlika između velikih i malih hidroelektrana je u snazi električne energije koju mogu proizvesti. Granica snaga koja definira hidroelektranu kao malu hidroelektranu razlikuje se od zemlje do zemlje. Prema postojećim propisima u Hrvatskoj, mala hidroelektrana je određena kao postrojenje za iskorištavanje energije vodotokova s izlaznom električnom snagom od 10 kW do 10000 kW. Na slici 2. nalazi se primjer jedne male hidroelektrane.



Slika 2. Princip sustava male hidroelektrane (<http://hr.wikipedia.org/wiki/hidroelektrane>)

2.2. AKUMULACIJSKE HIDROELEKTRANE

Kod konvencionalnih hidroelektrana voda iz akumulacijskog jezera protje e kroz postrojenje i nastavlja dalje svojim prirodnim tokom. Akumulacijske hidroelektrane mogu biti pribranske i derivacijske. Pribranske hidroelektrane smještene su ispod same brane, dok su derivacijske smještene puno niže i spojene su cjevovodima s akumulacijom. Akumulacijske hidroelektrane su naj eš e. Njihova dobra strana je mogu nost akumulacije jeftinog izvora energije kad je ima u izobilju i planiranje potrošnje po potrebi. Nedostaci su otežan pogon ili potpuni zastoji ljeti zbog smanjenog protoka. Na slici 3. je prikazana jedna od najve ih akumulacijskih hidroelektrana na svijetu „Tri kanjona“ u Kini.



Slika 3. Akumulacijska hidroelektrana "Tri kanjona" u Kini
(<http://hr.wikipedia.org/wiki/hidroelektrane>)

2.3. REVERZIBILNE HIDROELEKTRANE

Reverzibilne hidroelektrane (eng.: *pumped-storage plant*) su posebna vrsta hidroelektrana koje imaju dva skladišta vodene mase.

To su:

- gornja akumulacija - istovjetan je akumulacijskom jezeru klasi nih hidroelektrana. Gradnjom brane osigurava se akumulacija vode, koja protje e kroz postrojenje i rezultira proizvodnjom elektri ne energije
- donja akumulacija - voda koja izlazi iz hidroelektrane ulijeva se u drugo, donje akumulacijsko jezero, umjesto da se vra a u osnovni tok rijeke.

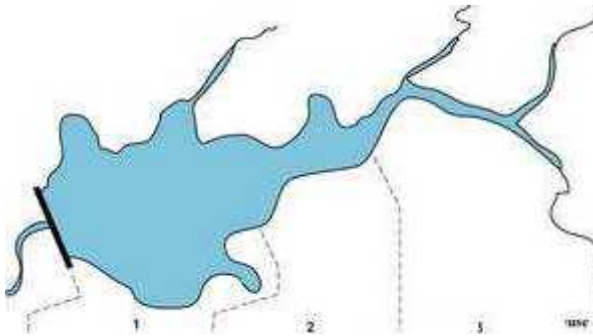
U razdoblju niske potražnje elektri ne energije voda se pumpa iz nižeg u viši spremnik vode. U razdoblju ve e potražnje elektri ne energije voda se propušta, kroz turbinu, natrag u niži rezervoar i pritom se generira elektri na struja. Uzimaju i u obzir gubitke uslijed isparavanja akumulirane vode i gubitke uslijed pretvorbe, približno 70% do 85% elektri ne energije koja se koristi za napumpavanje vode u viši spremnik može biti povra eno. Ova tehnologija je trenutno najisplativija u smislu spremanja velike koli ine elektri ne energije, ali investicijski troškovi i prisutnost problema primjerenog geografskog položaja (razlika u visini izme u spremnika) su kriti ni imbenici prilikom donošenja odluke o izgradnji.

3.0. NEGATIVNI UTJECAJI IZGRADNJE HIDROELEKTRANA NA RIJE NE TOKOVE

Slatkovodni ekosustavi prekrivaju tek 0.8% površine Zemlje, a u sebi skrivaju izuzetnu i vrlo bogatu biološku raznolikost (Habdija i sur., 2004.). Do danas je znanstveno opisano otprilike 10 000 vrsta riba te oko 90 000 vrsta slatkovodnih beskralješnjaka, a procjenjuje se da postoji još oko 20 000 - 200 000 neotkrivenih vrsta beskralješnjaka u vodama na kopnu. Tre ina svih poznatih vrsta kralješnjaka (od 40 000) ovisi o slatkovodnim ekosustavima. Hrvatska je jedna od Europskih zemalja s najve im brojem slatkovodnih vrsta riba (151 vrsta), a samo 22% njih sigurno nije ugroženo. Hrvatska ima puno endemskih vrsta riba koje su ugrožene, a naša najve a odgovornost je u o uvanju najmanje 18 hrvatskih ugroženih endema kao što su npr. pastrva zlousta, glavatica i svjetlica.

3.1.PREKINUTI KONTINUITET TOKA RIJEKE

Brane spre avaju kontinuitet životnog prostora za ribe i druge vrste uzduž rije nog toka jer onemogu avaju migracije riba, izmjenu pojedinih dijelova toka te time spre avaju njihovo razmnožavanje. Pojedine brane imaju tzv. riblje staze ili prolaze koji bi migratornim vrstama trebali omogu iti nesmetani prelaz iz nizvodnih dijelova toka na uzvodna podru ja gdje se mrijeste. Na žalost, u ve ini slu ajeva riblje staze nisu funkcionalne i ribe ih vrlo slabo ili uop e ne koriste. Još uvijek nije na en pravi na in kako riješiti taj problem. Brane su postrojenja koja najviše uništavaju rije nu ekologiju i biološku raznolikost s nepovratnim posljedicama. Problem je tim ve i što su rije ni ekosustavi me u najugroženijim ekosustavima op enito o emu govori i podatak da na crvenoj listi ugroženih vrsta najviše ima onih vrsta koje ovise o prirodnim, slobodno teku im rijekama. Na slici 4. je shematski prikaz pregradnje rije nog toka branom.



Slika 4. Prikaz prekinutog kontinuiteta rijeke i cijelog slivnog područja pregradnjom brane (<http://hr.wikipedia.org/wiki/hidroelektrane>)

3.2. PROMJENA ŽIVOTNIH UVJETA

Izgradnjom velikih brana i formiranjem akumulacija dolazi do promjene prirodnog rije nog toka u umjetni ili hibridni ekosustav s potpuno izmijenjenim životnim uvjetima u odnosu na prvobitne, ali i na one u prirodnim jezerima. Akumulacija je staja ica, koja se od prirodnog jezera razlikuje prvenstveno velikim oscilacijama razine vode i uslijed toga ogoljenom litoralnom (obalnom) zonom. Dok je u prirodnim jezerima litoralna zona područje najveće bioraznolikosti, u akumulacijama se ovdje mogu na i samo vrlo otporne vrste jednostavnih organizama koje mogu podnijeti uvjete potapanja i potpunog presušivanja. Potapanjem rije nog toka uzvodno od brane potpuno se uništavaju staništa i populacije vrsta prilago enih životu u teku icama, koje se s promjenom staništa od slobodno teku e rijeke u umjetno jezero

susre u s posve novim životnim uvjetima na koje se teško mogu prilagoditi. Od više tisu a vrsta koje nastanjuju potopljeni rije ni tok, samo nekolicina može preživjeti na dnu novonastalih akumulacija. Uz to akumulacije postaju i izvori ugljikovog dioksida (CO₂) i metana (CH₄) koji znatno doprinose u inku staklenika (~7% globalne emisije ugljikova dioksida je iz akumulacija). U samim akumulacijama i u rije nom toku nizvodno (< 100 km) dolazi do nakupljanja i bioakumulacije neurotoksina metil-žive u hranidbenim lancima, što ima negativan u inak po zdravlje lokalnog stanovništva koje koristi ribu iz te rijeke ili akumulacije u svojoj prehrani (www.arg.hr./cro/nastava/bs/ag2193_kontaminanti_hrane).

Naime, organska živa se pojavljuje u obliku metilnih i etilnih spojeva koji su veoma toksi ni. U vodi u anaerobnim i aerobnim uvjetima, u mulju, živa se nalazi u obliku metilne žive koja je stabilna u prirodi, ulazi i nakuplja se u organizmu životinja i ljudi akumulacijom kroz hranidbeni lanac te kad jednom u e u organizam vrlo je toksi na. Živa i njeni spojevi nakupljaju se u živ anom tkivu, kostima, miši ima, jetri, bubrezima, sluznici crijeva i u limfnim vorovima. Metil-živa ima afinitet prema SH (tiolnim) skupinama bjelan evina te inhibira rad enzima u mozgu, unutrašnjim organima i miši ima. Najve i dio žive iz organizma se izlu uje kroz bubrege, s tim da se metil-živa sporo i slabo izlu uje mokra om. Metil-živa se najve im dijelom izlu uje sa žu i u crijeva te fekalijama iz organizma. Tijekom trudno e metil-živa iz organizma majke prelazi u organizam ploda i deponira se u mozgu gdje inhibira rad enzima. Iz organizma sisavaca živa se izlu uje mlijekom koje ima toksi ni u inak na ljude.

Akumulacije, tj. brane utje u i na promjenu temperature vode u rije nom toku nizvodno od brane (Vučasinovi , B., 2002.). Naj eš e se grade brane s donjim, pridnenim ispustom vode iz akumulacije jer se tako najbolje iskorištava energetski potencijal akumulirane vode. Budu i da su temperaturne promjene u dubokim slojevima akumulacije znatno manje nego na površinama gdje je voda u direktnom kontaktu sa atmosferom, ljeti je voda koja se ispušta iz akumulacije znatno hladnija u odnosu na temperaturu koju bi rijeka imala na tom mjestu prije izgradnje brane. Isto tako zimi je voda koja se ispušta toplija što sve skupa doprinosi smanjenju temperaturnih oscilacija tijekom godine.

3.3. PROMJENA REŽIMA PRONOSA SEDIMENTA

Brana mijenja režim pronosa sedimenta u rijeci, zaustavlja ga, a time je narušena ravnoteža izmjene erozije i sedimentacije koja postoji u prirodnim dijelovima toka. Uzvodno od brane u

akumulacijama se taloži i nakuplja sediment, a to može uzrokovati probleme u iskorištavanju energetskog potencijala akumulacije jer dolazi do smanjene u inkovitosti hidroelektrane zbog smanjenog radnog volumena akumulacije. Osim toga, nakupljanjem sedimenta uzvodno od brane se uništavaju prikladna područja za mriješnja riba, život školjkaša i ostalih vrsta. Nizvodno je proces obrnut, voda bez sedimenta ima veliku erozivnu snagu i uzrokuje eroziju riječnih korita i obala, koji se efekt nastavlja dalje nizvodno (Vujasinovi, B., 2002.). Produbljivanjem korita rijeke dolazi do pada razine podzemnih voda u širem području što ima negativan utjecaj na poplavne šume (dolazi do sušenja), močvarna područja (dolazi do zarastanja zbog manjka vode), poljoprivredne površine (slabi urod zbog nedostupnosti podzemnih voda) te na bunare (moraju biti sve dublji i dublji da bi dosegli razinu podzemne vode).

3.4. ONEMOGUĆENA VEZA S OKOLNIM POVRŠINSKIM I PODZEMNIM VODAMA

Zbog povećanja u inkovitosti hidroelektrana rijeke se često kanaliziraju (u vršivanje obala, skraćivanje meandara, uklanjanje riječnih otoka – sprudova) što smanjuje ili potpuno prekida komunikaciju površinskih i podzemnih voda uz obalu vodotoka, smanjuje sposobnost prirodnog samopričišćavanja vode, a time i sam opstanak poplavnih područja uz rijeke (Turnšek, Paunović, 2002.). Osim toga, da bi postrojenje u inkovito radilo obale akumulacije moraju biti nepropusne, pa se njezino dno i obale utvrđuju betonskim „zavjesama“, a sve pukotine, špilje i jame krša se ispunjavaju mješavinom cementa, pijeska i gline što direktno narušava krške špiljske ekosustave prekidanjem postojećih komunikacija između nadzemnih i podzemnih tokova. Osjetljivost podzemnih sustava je prepoznata i u Zakonu o zaštiti prirode iz 2005. godine kojim je zaštićena cjelokupna podzemna fauna Republike Hrvatske.

3.5. NEGATIVAN UTJECAJ NA RIBLJI FOND

U turbinama hidroelektrana, zbog mehaničkih ozljeda ili visokog pritiska vode, stradavaju ribe i druge vrste, a do sada nije pronađeno niti jedno u inkovito rješenje za izbjegavanje ovog problema. Sa svakom branom i turbinom u riječnom toku stupanj smrtnosti riba se drastično povećava. Smatra se da je globalno 20% ili 2 000 slatkovodnih vrsta riba izumrlo ili je ozbiljno ugroženo. U SAD-u je situacija najozbiljnija jer tamo je nestalo ili je ugroženo 35–

37% riba i vodozemaca, 65% vrsta deseteronožnih rakova i 67% školjkaša u velikoj mjeri zbog brana, ali naravno i ostalih utjecaja ljudskog razvoja.

3.6. UTJECAJ AKUMULACIJA NA MIKROKLIMU PODRUČJA

Akumulacije kao velike vodene mase utječu na lokalnu klimu područja snižavaju i temperaturu zraka čak za 2-3 °C. Povećana je i učestalost pojave magle što negativno utječe na voćnjake i druge osjetljivije poljoprivredne kulture (www.zelenaakcija.hr). Uz to povećana je opasnost življenja nizvodno od akumulacija zbog mogućih havarija, tj. puknuća brana i istjecanja ogromnih količina vode iz akumulacije.

4.0. MOGUĆA RJEŠENJA NAVEDENIH PROBLEMA

Prije donošenja odluka o razvojnim mogućnostima neophodno je cjelovito razumijevanje funkcioniranja cjelovitog ekosustava, njegovih vrijednosti i potreba te veza sa zajednicom koja ovisi i utječe na njega. Donesene odluke uključuju ekosustav, te socijalna i zdravstvena pitanja kao cjelovit dio projekta i razvoja rijeke i sliva, a izbjegavanje negativnih utjecaja je prioritetno pitanje u skladu s principom predostrožnosti. U Republici Hrvatskoj razvijen je nacionalni zakonski okvir unutar kojeg su odabrane rijeke s važnom ulogom za zajednicu i vrijednim značajkama ekosustava te se nastoje održati u prirodnom stanju. Ukoliko se traže alternativne lokacije za izgradnju brana na takvim rijekama, prednost se daje pritokama. Prednost se daje projektima koji izbjegavaju značajan utjecaj na ugrožene vrste. Ako negativan utjecaj ne može biti izbjegnuto, ostvaruju se kompenzacijske mjere koje će rezultirati poboljšanjem statusa vrste unutar šire regije. Velike brane su izgrađene i djeluju s ciljem osiguravanja protoka vode koji održava cjelovitost nizvodnog ekosustava i načina života lokalne zajednice. Nepotrebno je graditi nove hidroelektrane, naročito prije nego se uvedu opsežne mjere energetske efikasnosti i smanje gubici u distribucijskoj mreži te ne iskoriste potencijali za obnovljive i održive izvore energije (sunce, vjetar i biomasa). Prilikom planiranja gradnje novih elektrana trebaju se provesti nova i neovisna biološka i ekološka istraživanja ciljanog područja te izraditi studije i procjene utjecaja na okoliš uz sudjelovanje javnosti. Ukoliko dođe do gradnje hidroelektrane, prilikom izvedbe i funkcioniranja novih postrojenja treba uzeti u obzir sve mjere umanjivanja negativnih utjecaja i mjere

kompenzacije za uništene i/ili promijenjene ekosustave (iako u mnogo slučajeva nije moguće dovoljno dobro kompenzirati uništene ekosustave); kao i potrebe lokalnog stanovništva, uzvodno i nizvodno od brane.

5.0. SAŽETAK

Hydroenergija je obnovljiva, ali nije održiva („zelen“) i čista način proizvodnje električne energije i smanjivanja utjecaja klimatskih promjena. Održivost pretpostavlja isključivanje daljnjeg uništavanja ili većih šteta na važnim rijecnim ekosustavima i biološkoj raznolikosti, a hidroelektrane i brane imaju ogroman i nepopravljiv utjecaj na okoliš, prirodu i društvo, kao što su: prekinuti kontinuitet toka rijeke, promjene životnih uvjeta, promjene režima pronosa sedimenta, onemogućena veza s okolnim površinskim i podzemnim vodama, šteta ribljeg fonda te utjecaj akumulacija na mikroklimu okolnog područja. Biološki/ekološki aspekti najčešće nisu obuhvaćeni energetske politikama. Mnoge europske direktive i međunarodni dokumenti odnose se na ovaj problem, ali je njihova provedba tek u začetku, a promjena je nužna odmah kako bi se spasile preostale nepromijenjene, prirodne rijeke i sačuvala biološka raznolikost slatkovodnih ekosustava u Hrvatskoj, ali i općenito u svijetu.

6.0. SUMMARY

Hydroenergy is restorable, but not sustainable („green“) and clean way of producing electric energy and reducing climate changes. Sustainability means that there is no further destruction or bigger damages in important river ecosystems and biodiversity.

As we can see, hydroelectrics and watergates have huge and irreclaimable influence on environment, nature and society, as discontinued river flow, changes of life conditions,

changes in mode of sediment transfer, disabled connection with surrounding water above and in the ground, damage on fish fund and influence of reservoir on microclimate of surrounding area. Biological/ecological aspects usually are not included by energetic politics. Many European directives and international documents take care of this problem, but their enforcement is still in the beginning, and changes are necessary to save those rivers that are still natural and to save biodiversity of freshwater ecosystems in Croatia and in the world.

7.0. LITERATURA

Habdija I., Ku in M., Matonkin R., Miliša M., Primc Habdija B., Radanovi I., Špoljar M., Vidakovi J., (2004.) : Protista – protozoa i metazoa – invertebrata, funkcionalna građa i praktikum, Samobor

Jozsa, L., (2005.) : Energetski procesi i elektrane, interna skripta, ETF Osijek

Turnšek, M., Paunovi, A., (2002.) : Glavne strateške odrednice vodnog resursa Save u prostornom planiranju, *Hrvatske vode – asopis za vodno gospodarstvo*

Vujasinovi, B., (2002.) : Riječna luka na Savi u Zagrebu, *Hrvatske vode – asopis za vodno gospodarstvo*

Korištene web – stranice:

<http://hr.wikipedia.org/wiki/hidroelektrane>

www.arg.hr/cro/nastava/bs/ag2193_kontaminanti_hrane

www.geog.pmf.hr/e_skola/geog/mini/obnov_izvori_energ

www.hep.hr

www.zelenaakcija.hr