

## PROCENA UTICAJA AKTIVNOSTI U OKVIRU SLIVA NA ŽIVOTNU SREDINU

Dr Jasna MUŠKATIROVIĆ, dipl. građ.inž.  
University of Idaho, USA, e-mail: muski@uidaho.edu

### REZIME

Procena uticaja ljudskih aktivnosti u domenu voda, u okviru sliva, na životnu sredinu, predstavlja značajnu kariku u primeni strategije održivog razvoja. Potreba za ekološkim i sociološkim vrednovanjem integralnih projekata u domenu voda, različiti ciljevi koje je potrebno ostvariti i sve izraženiji zahtevi interesnih grupa i korisnika voda da raspoložuju informacijama značajnim za sagledavanje mogućih uticaja, nameću neophodnost razvoja posebnih pristupa za procenu uticaja na životnu sredinu.

Razvoj metodologija za procenu uticaja podrazumeva visok nivo poznavanja direktnih i indirektnih uticaja različitih faktora i mogućih neželjenih posledica na životnu sredinu. Sve veći broj raspoloživih podataka merenja u prirodi o uticaju ljudskih aktivnosti na životnu sredinu, razvoj novih modela za simulaciju raznih procesa, nove informacione i komunikacione tehnologije, predstavljaju neophodnu podršku za kvalitetnu i tačnu procenu uticaja.

U radu je dat pregled značajnijih, do sada razvijenih metodologija za procenu uticaja, po hronološkom redosledu. Ukazano je za koje potrebe su iste razvijene i šta su bili ciljevi procene. Izvršena je analiza primenljivosti opisanih metoda, odnosno ukazano je na njihove prednosti i nedostatke za rešavanje konkretnih problema.

**Ključne reči:** integralni projekti, životna sredina, ekološki procesi, procena uticaja na životnu sredinu.

### 1. UVOD

Široki spektar uticaja različitih faktora na životnu sredinu, njihova složenost i uzajamna povezanost čine da je procena uticaja određenih prirodnih i ljudskih

aktivnosti na promene u životnoj sredini izuzetno složen i kompleksan problem.

Procena uticaja je više postupak ili metodologija nego model, jer koristi podatke iz različitih izvora, podatke koji se odnose na različite naučne discipline i više modela i tehnika, da bi se procenio značaj uticaja određene aktivnosti u okviru rečnog basena ili njegovog dela na životnu sredinu. Ovo su razlozi da su u ovoj oblasti do sada činjeni veliki naponi za iznalaženje postupka kojim bi se što tačnije procenili mogući uticaji. Razvijeni su brojni postupci, međutim, ni jedan od njih ne ispunjava sve kriterijume za zadovoljavajuću procenu uticaja, za određeno prirodno okruženje i ciljeve koji se planiranim aktivnostima žele ostvariti. I pored ogromnih mogućnosti raspoloživih računarskih sistema za simulaciju, kombinovanje i međusobno povezivanje različitih podataka i procesa u integrisane sisteme, kao i novih informacionih i komunikacionih tehnologija, postoji još puno problema koji zahtevaju dalja istraživanja za unapređenje procene uticaja različitih aktivnosti na životnu sredinu, a time i procese za donošenje odluka (Barrow 1997).

Nova istraživanja, koja treba da podrže razvoj metoda za procenu uticaja moraju se usmeriti na: primenu novih tehnika i tehnologija za upravljanje podacima (eksperimentalnim i podacima iz prirode); sticanje novih znanja o fizičkim, hemijskim, biološkim i ekološkim procesima; razvoj novih metodologija i modela za simulaciju kompleksnih procesa i razvoj fleksibilnih i za korišćenje pogodnih metoda i tehnika za potrebe donošenja odluka.

Iskustva stečena u primeni postojećih pristupa i razvijenih modela za procenu uticaja različitih aktivnosti na životnu sredinu: inženjerskih projekata (brana, regulacionih radova, plovnih puteva, objekata za zaštitu od štetnog dejstva voda, objekata za vodosnabdevanje itd.); ekoloških projekata za očuvanje

i rehabilitaciju akvatičnih ekosistema i projekata integralnog upravljanja vodnim resursima na različitim nivoima, od izuzetnog su značaja za dalje unapređenje procene njihovog uticaja. To je razlog da su u ovom radu prikazane opšte i specifične metode koje su razvijene i koje se primenjuju u praksi, a često predstavljaju osnovu za razvoj novih metodologija.

## 2. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Postoji više definicija za procenu uticaja na životnu sredinu (Environmental Impact Assessment – EIA) i veći broj tumačenja ovog pojma. Jedna od prvih definicija je:

*.....planirana aktivnost u cilju: utvrđivanja i predviđanja uticaja na bio-geofizičku životnu sredinu i na zdravlje ljudi; ispunjenja željenih efekata zakonske regulative, politike, programa, projekata i usvojenih procedura za funkcionisanje realizovanih objekata ili sistema i tumačenja i komunikacija informacijama o mogućim uticajima (Munn 1979).*

C.J. Barrow je dao interesantan uvod u vezi sa procenom uticaja na životnu sredinu (Barrow 1997):

*Ne postoji opšte prihvaćena definicija šta je tačno procena uticaja na životnu sredinu, tako da ju je najbolje usvojiti kao opšti izraz za proces koji objedinjava rad javnih službi, planiranje, analizu i uključivanje javnosti pre donošenja odluke.*

Međunarodno društvo za procenu uticaja (IAIA 1999) predložilo je sledeću definiciju:

*Proces utvrđivanja, predviđanja, procene i ublažavanja biofizičkih, socijalnih i drugih relevantnih efekata razvojnih projekata pre nego što se donesu odluke i izvrše obaveze investitora.*

Generalno posmatrano, procena uticaja na životnu sredinu može se razumeti kao postupak za predviđanje uticaja integralnog ili bilo kog razvojnog projekta ili aktivnosti.

Pristupi proceni uticaja na životnu sredinu su prošli kroz različite faze, od faze procene uticaja zagađenja do procene ekoloških uticaja i konačno do procene koja treba da obezbedi održivi razvoj prirodnih resursa.

Procena uticaja na životnu sredinu je sastavni deo direktiva, regulativa za planiranje i projektovanje i

uputstava u velikom broju zemalja u svetu. Procena uticaja je prihvaćena takođe od strane različitih međunarodnih organizacija, foruma i agencija (Svetska banka, Evropska banka za rekonstrukciju i razvoj, Savet Evropske Unije, itd.).

## 3. PRIKAZ PRVIH ZNAČAJNIJIH METODA ZA PROCENU UTICAJA

Kako je tokom sedamdesetih godina prošlog veka bilo evidentno da postojećim primenjivanim postupcima i tehnikama nije bilo moguće proceniti složene uticaje određenih inženjerskih aktivnosti na životnu sredinu, američki Kongres je 1969 god. usvojio *Dokument o nacionalnoj politici u oblasti zaštite životne sredine* (The National Environmental Policy Act), (US Congress 1969). U ovom dokumentu su jasno definisani ciljevi koji se žele ostvariti u oblasti zaštite životne sredine u SAD.

U skladu sa ovim Dokumentom, Dr Leopold (Leopold et al. 1971) je između ostalog konstatovao da: "Dokument donet 1969 god. upućuje sve vladine institucije i agencije da identifikuju i razviju metode i procedure koje će obezbediti da se nekvantifikovanim ekološkim veličinama i vrednostima da isti značaj kao i ekonomskim i tehničkim parametrima u procesu donošenja odluka".

Kao odgovor na ovaj Dokument, već početkom 1970 god. u SAD se razvijaju brojne procedure i metodologije radi što tačnije procene uticaja predloženih projekata.

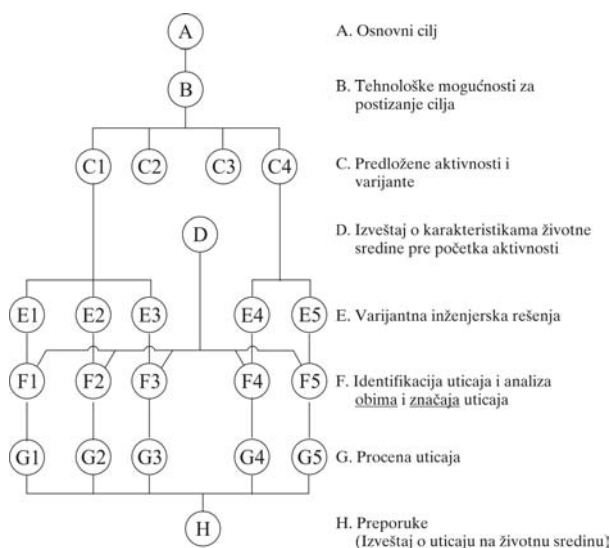
Autor jednog od prvih modela za procenu uticaja na životnu sredinu je bio Dr Luna Leopold (Leopold et al. 1971). Ovaj model je poznat kao "Leopoldova matrica" (Leopold Matrix). Laboratorija Batel-Kolumbus (Battelle - Columbus Laboratories) je razvila takođe poznat model "Sistem za procenu uticaja na životnu sredinu" (Environmental Evaluation System), (Dee et al. 1972). Kako ova dva modela, odnosno usvojene metodologije, predstavljaju osnovu za dalji razvoj pristupa za procenu uticaja na životnu sredinu, to su oba detaljnije izložena.

### 3.1. Leopoldova matrica

Leopoldova matrica predstavlja prvu sveobuhvatnu metodu za procenu uticaja na životnu sredinu.

U okviru istraživanja koja su vršena za potrebe Agencije za geološka istraživanja Sjedinjenih Država (U.S. Geological Survey) predložen je sistem za analizu i numeričko vrednovanje mogućih uticaja na životnu sredinu. Usvojena metodologija je razvijena tako da evidentira moguće aktivnosti i odgovarajuće uticaje na životnu sredinu.

Za procenu uticaja na životnu sredinu predloženi su koraci, kao što je prikazano na Slici 1.



Slika 1. Dijagram redosleda aktivnosti

Osnovni koraci metodologije su:

1. Sveobuhvatna analiza potreba za preduzimanje projektom predložene aktivnosti;
2. Opis analizirane životne sredine;
3. Diskusija relevantnih detalja predložene aktivnosti;
4. Procena mogućih uticaja različitih specifičnih aspekata predložene aktivnosti za raznovrsne postojeće karakteristike i svojstva životne sredine:
  - a. utvrđivanje uticaja na životnu sredinu koji mogu biti prouzrokovani predloženim projektom i procena veličine svakog;

- b. procena značaja svakog od ovih uticaja;
- c. kombinovanje veličine i značaja u sumarnoj proceni uticaja.

Autori su aktivnosti navedene pod tačkama 1 do 3 izložili kao uopštene procedure, dok su tačku 4 detaljno analizirali.

Analiza osnovnih elemenata i faktora koji karakterišu životnu sredinu, navedenih u tački 4, izvršena je primenom matrice sa 100 predloženih aktivnosti koje mogu da prouzrokuju uticaj na životnu sredinu na jednoj osi i 88 karakteristika i uslova koji opisuju postojeću životnu sredinu na drugoj. Jedan segment matrice i njeni elementi prikazani su na Slici 2. Sve predviđene aktivnosti i postojeće karakteristike i uslovi životne sredine su navedeni u Tabeli 1.

Predložena metodologija predstavlja više popis mogućih uticaja i karakteristika životne sredine, nego opšti sistem za procenu. Matricu čini 8800 ćelija, pri čemu svaka ćelija sadrži dva numerička indikatora. Prvi indikator, u razmeri od 1 do 10, pokazuje veličinu uticaja koji se razmatra, sa znakom plus ili minus da bi se označio pozitivan ili negativan uticaj. Drugi indikator, u razmeri od 1 do 10, pokazuje relativni značaj svakog od uticaja. Način popunjavanja matrice je prikazan na Slici 2.

Završni korak u proceni uticaja određenih aktivnosti na životnu sredinu predstavlja tekstualni opis, koji obuhvata analizu sadržaja pojedinačnih polja matrice, ocenjenih sa većim numeričkim vrednostima veličine i relativnog značaja. U okviru ovog dela moraju se jasno naznačiti aktivnosti koje imaju najveći uticaj na životnu sredinu.

Značaj ove metode je u činjenici da obuhvata veliki broj parametara koji predstavljaju fizičke, biološke i društveno-ekonomske karakteristike životne sredine. Međutim, metoda ne pruža mogućnost uspostavljanja veze između kratkoročnih i dugoročnih uticaja. Treba naglasiti da se matrica bazira na znanju, ali vrlo često i subjektivnim ocenama eksperata. Pored toga, javnost nije uključena u procese procene uticaja.

## II PREDLOŽENE MERE KOJE MOGU UTICATI NA ŽIVOTNU SREDINU

I POSTOJEĆE KARAKTERISTIKE I STANJE PRIRODE		UPUTSTVO		A. PROMENA REŽIMA																	
		<p>1. Identifikovati sve aktivnosti (prikazane na vrhu matrice) koje su deo predloženog projekta</p> <p>2. U okviru svake aktivnosti postaviti kosu crtu na preseku sa navedenim uslovima životne sredine na levoj strani matrice ako uticaj postoji</p> <p>3. Kada se popuni matrica, u gornjem levom delu svakog polja sa kosom crtom uneti broj između 1 i 10 koji predstavlja VELIČINU mogućeg uticaja; 10 predstavlja najveću a 1 najmanju (nula ne postoji kao opcija). Ispred svakog broja uneti + ako je uticaj pozitivan. U donjem desnom delu polja uneti broj od 1 do 10 koji predstavlja VAŽNOST mogućeg uticaja (npr. regionalni ili lokalni); 10 predstavlja najveći značaj, 1 najmanji (nula ne postoji kao opcija).</p> <p>4. Tekst koji prati matricu treba da predstavlja analizu i diskusiju značajnih uticaja u slučajevima onih kolona i vrsta gde se pojavljuju veliki brojevi.</p>		PRIMER MATRICE		a. Uvođenje egzotične flore i faune	b. Kontrola biljnog i životinjskog sveta	c. Promena staništa	d. Promena zemljišnog pokrivača	e. Promena režima podzemnih voda	f. Promena odvođenja voda	g. Uređenje rečnih tokova i promena režima vode i nanosa	h. Kanalisiranje	i. Navodnjavanje	j. Promena meteoroloških karakteristika	k. Požari	l. Promena koeficijenta oticaja	m. Buka i vibracije			
A. FIZIČKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE	1. ZEMLJA	a. Mineralni resursi																			
		b. Građevinski materijali																			
		c. Zemljište																			
		d. Topografija tla																			
		e. Polje sila i poreklo																			
		f. Fizičke karakteristike																			
	2. VODA	a. Površinska																			
		b. Okean																			
		c. Podzemna																			
		d. Kvalitet																			
		e. Temperatura																			
		f. Prehranjivanje																			
		g. Sneg, led i mraz																			
	3. ATMO SFERA	a. Kvalitet																			
		b. Klima (mikro, makro)																			
		c. Temperatura																			
	4. PROCESI	a. Poplave																			
		b. Erozija																			
		c. Talog (nanos, padavine)																			
		d. Rastvori																			
		e. Sorbcija (izmena jona,																			
		f. Taloženje																			
		g. Stabilnost (klizišta, tresetišta)																			
		h. Naponska stanja (zemljotresi)																			
		i. Strujanje vazduha																			

Slika 2. Deo Leopoldove matrice (Barrow 1997)

Tabela 1. Elementi Leopoldove materice (Munn 1979)

I. POSTOJEĆE KARAKTERISTIKE I STANJE PRIRODE	
A. FIZIČKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE	
<p><i>1. Zemlja</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mineralni resursi</li> <li>b. Građevinski materijali</li> <li>c. Zemljište</li> <li>d. Zemljišne formacije</li> <li>e. Polje sila i poreklo</li> <li>f. Fizičke karakteristike</li> </ul> <p><i>2. Voda</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Površinska</li> <li>b. Okean</li> <li>c. Podzemna</li> <li>d. Kvalitet</li> <li>e. Temperatura</li> <li>f. Prehranjivanje</li> <li>g. Sneg, led i mraz</li> </ul>	<p><i>3. Atmosfera</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kvalitet</li> <li>b. Klima (mikro, makro)</li> <li>c. Temperatura</li> </ul> <p><i>4. Procesi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Poplave</li> <li>b. Erozijska</li> <li>c. Talog (nanos, padavine)</li> <li>d. Rastvori</li> <li>e. Sorbcija (razmena jona, vezivanje)</li> <li>f. Taloženje</li> <li>g. Stabilnost (klizišta, tresetišta)</li> <li>h. Naponsko stanje (zemljotres)</li> <li>i. Strujanje vazduha</li> </ul>
B. BIOLOŠKI USLOVI	
<p><i>1. Flora</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Drveće</li> <li>b. Žbunje</li> <li>c. Trava</li> <li>d. Usevi</li> <li>e. Mikro flora</li> <li>f. Vodene biljke</li> <li>g. Ugrožene vrste</li> <li>h. Prepreke</li> <li>i. Koridori</li> </ul>	<p><i>2. Fauna</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ptice</li> <li>b. Domaće i divlje životinje uključujući reptile</li> <li>c. Ribe i ljuskari</li> <li>d. Organizmi koji žive na rečnom i morskom dnu</li> <li>e. Insekti</li> <li>f. Mikro fauna</li> <li>g. Ugrožene životinje</li> <li>h. Prepreke</li> <li>i. Koridori</li> </ul>
C. KULTURNI FAKTORI	
<p><i>1. Korišćenje zemljišta</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Nekultivisan i otvoren prostor</li> <li>b. Močvare</li> <li>c. Šume</li> <li>d. Ispaša</li> <li>e. Poljoprivredno zemljište</li> <li>f. Stambene zone</li> <li>g. Komercijalne zone</li> <li>h. Industrijske zone</li> <li>i. Rudnici i kamenolomi</li> </ul> <p><i>3. Estetika i interes stanovništva</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lepi pejzaži i vidici</li> <li>b. Kvalitet prirodnih nekultivisanih prostora</li> <li>c. Kvalitet otvorenog prostora</li> <li>d. Uređenje prostora</li> <li>e. Jedinstvene fizičke karakteristike</li> <li>f. Parkovi i rezervati</li> <li>g. Spomenici</li> <li>h. Retke i jedinstvene vrste ili ekosistemi</li> <li>i. Istorijske ili arheološke lokacije i objekti</li> <li>j. Neatraktivna područja</li> </ul>	<p><i>2. Rekreacija</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lov</li> <li>b. Ribolov</li> <li>c. Sportska plovidba</li> <li>d. Plivanje</li> <li>e. Kampovanje i planinarenje</li> <li>f. Izletišta</li> <li>g. Odmarališta</li> </ul> <p><i>4. Kulturni status</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Kultura (stil i kvalitet života)</li> <li>b. Zdravlje i bezbednost</li> <li>c. Zaposlenost</li> <li>d. Gustina populacije</li> </ul> <p><i>5. Ljudske aktivnosti i objekti</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Građevine</li> <li>b. Transportna mreža</li> <li>c. Komunalna mreža</li> <li>d. Odlaganje otpada</li> <li>e. Barijere</li> <li>f. Koridori</li> </ul>

**D. EKOLOŠKE POSLEDICE**

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| a. Salinizacija vodnih resursa  | e. Salinizacija površinskog materijala |
| b. Eutrofikacija                | f. Širenje divljeg rastinja            |
| c. Bolesti koje prenose insekti | g. Ostalo                              |
| d. Lanci ishrane                |  |

**OSTALO**

- a.
- b.

**II. PREDLOŽENE MERE KOJE MOGU UTICATI NA ŽIVOTNU SREDINU****A. PROMENA REŽIMA**

- a. Uvođenje egzotične flore i faune
- b. Kontrola biljnog i životinjskog sveta
- c. Promena staništa
- d. Promena zemljišnog pokrivača
- e. Promena režima podzemnih voda
- f. Promena odvođenja voda
- g. Uređenje rečnih tokova i promena režima vode i nanosa
- h. Kanalisanje
- i. Navodnjavanje
- j. Promena meteroloških karakteristika
- k. Požari
- l. Promena koeficijenta oticaja
- m. Buka i vibracije

**B. PROMENA NAMENE ZEMLJIŠTA I IZGRADNJA**

- a. Urbanizacija
- b. Industrijske zone i objekti
- c. Aerodromi
- d. Saobraćajnice i mostovi
- e. Putevi i staze
- f. Železnica
- g. Kablovi i liftovi
- h. Dalekovodi, cevovodi i koridori
- i. Barijere uključujući i ograde
- j. Bagerovanje i ispravljanje kanala
- k. Oblaganje kanala
- l. Kanali
- m. Brane i akumulacije
- n. Gatovi, kejski zidovi, marine i terminali
- o. Objekti u moru
- p. Objekti za rekreaciju
- q. Miniranje i bušenje
- r. Useci i nasipi
- s. Tuneli i podzemne konstrukcije

**C. EKSPLOATACIJA RESURSA**

- a. Miniranje i bušenje
- b. Površinsko iskopavanje
- c. Podzemna iskopavanja

**d. Kopanje bunara i zahvatanje fluida**

- e. Bagerovanje
- f. Seča drveća
- g. Komercijalni lov i ribolov

**D. PRIVREDA**

- a. Poljoprivreda
- b. Stočarstvo
- c. Prehrambena industrija
- d. Mlekarska industrija
- e. Proizvodnja energije
- f. Prerada minerala
- g. Metalurška industrija

**h. Hemijska industrija**

- i. Tekstilna industrija
- j. Industrija automobila i aviona
- k. Rafinerije nafte
- l. Hrana
- m. Drvna industrija
- n. Drvna masa i papir
- o. Skladišta

**E. PROMENE NA ZEMLJIŠTU**

- a. Kontrola erozije i terasiranje
- b. Zatvaranje rudnika i kontrola otpada
- c. Rehabilitacija jalovišta
- d. Uređenje zemljišta
- e. Bagerovanje pristaništa
- f. Isušivanje močvara i dreniranje

**F. OBNAVLJANJE RESURSA**

- a. Pošumljavanje
- b. Uzgoj i upravljanje populacijom divljači
- c. Prehranjivanje podzemne vode
- d. Primena đubriva
- e. Reciklaža otpada

**G. PROMENE U SAOBRAĆAJU**

- a. Železnički saobraćaj
- b. Automobilski saobraćaj
- c. Kamionski saobraćaj
- d. Špedicija

- e. Avioni
- f. Saobraćaj na rekama i kanalima
- g. Rekreativna plovidba
- h. Staze
- i. Uspinjače i liftovi
- j. Komunikacija
- k. Cevovodi

#### H. ODLAGANJE I TRETMAN OTPADA

- a. Odlaganje u okean
- b. Odlaganje na deponijama
- c. Odlaganje organskog otpada
- d. Zatvoreni rezervoari
- e. Odlaganje đubreta
- f. Potapanje naftnih bušotina
- g. Odlaganje u dubokim bunarima
- h. Ispuštanje vode za hlađenje
- i. Gradske otpadne vode uključujući i vode od navodnjavanja
- j. Proticaj efluenta

- k. Stabilizacioni i oksidacioni rezervoari
- l. Septičke jame
- m. Tačkasti i grupni ispusti
- n. Utrošena ulja

#### I. TRETMAN HEMIKALIJA

- a. Đubrenje
- b. Hemijsko odleđivanje saobraćajnica i sl.
- c. Hemijska stabilizacija zemljišta
- d. Kontrola korova
- e. Kontrola insekata

#### J. NESREĆE

- a. Eksplozije
- b. Izlivanje i curenje
- c. Incidenti u eksploataciji

#### OSTALO

- a.
- b.

### 3.2. Batel metodologija

Batel-Kolumbus Laboratorija je razvila metodologiju za procenu uticaja raznih vodoprivrednih projekata na životnu sredinu (Dee et al. 1973; Dee et al. 1972; Whitman et al. 1971). Ova metodologija je rađena za potrebe Američkog biroa za melioracije (U.S. Bureau of Reclamation). Metodologija počiva na konceptu da se životna sredina sastoji iz fizičkih, bioloških i društvenih resursa i da korišćenje ovih resursa može izazvati pozitivne i negativne efekte. Navedeni model je nazvan "Sistem za procenu životne sredine" (Environmental Evaluation System (EES)). Ovaj sistem se bazira na hijerarhijskoj organizaciji indikatora kvaliteta životne sredine, pri čemu se kombinuju informacije na različitim nivoima, (Slika 3).



Slika 3 Hijerarhijska struktura Sistema za procenu  
Iz Slike 3 se vidi da su uvedena četiri nivoa informacija  
(Dee et al. 1972):

Nivo 1 – Najopštije informacije – kategorije životne sredine;

Nivo 2 – Posredne informacije – komponente životne sredine;

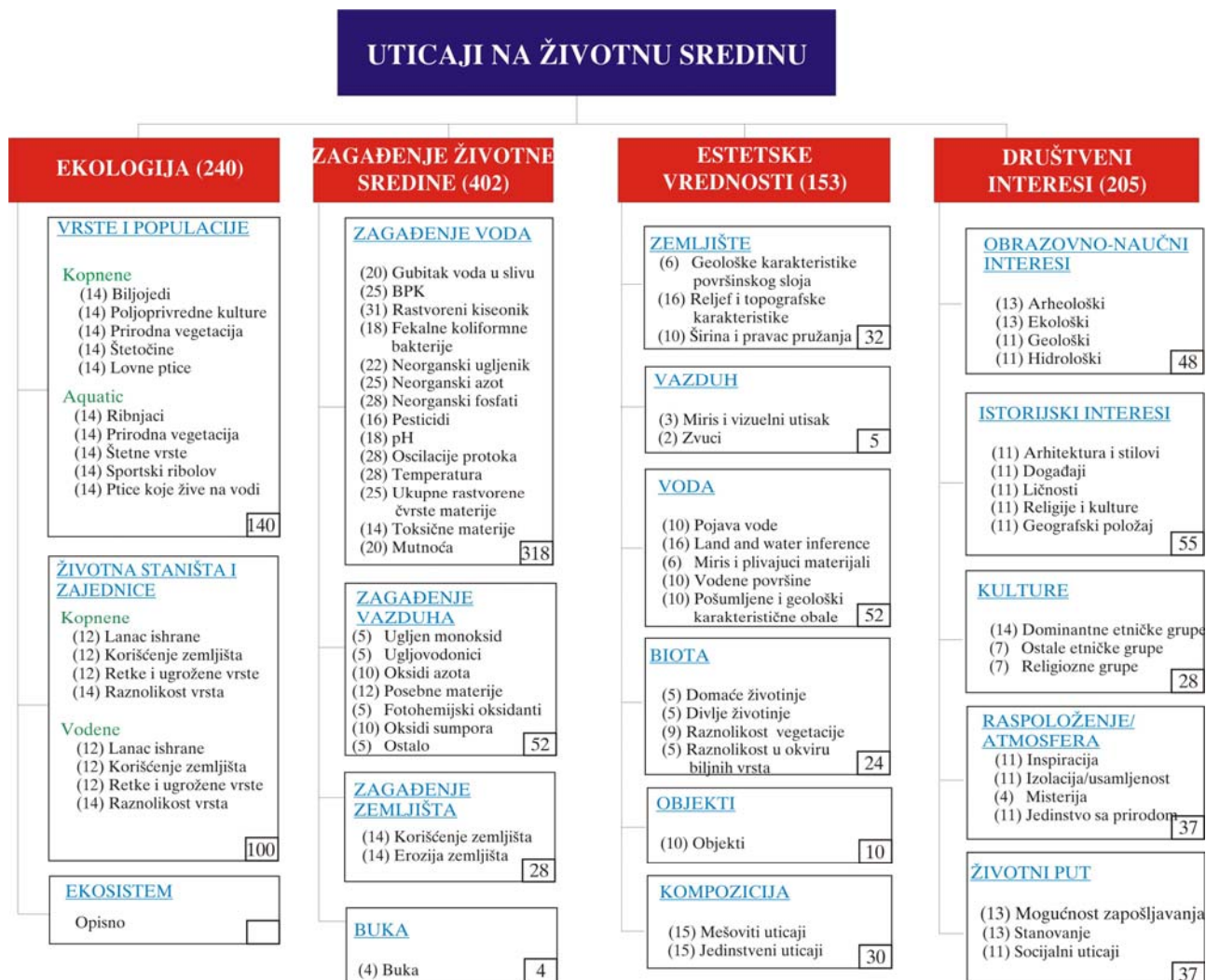
Nivo 3 – Specifične informacije – parametri životne sredine;

Nivo 4 – Detaljne informacije – merenja karakteristika životne sredine.

Nivo 3 predstavlja ključni nivo za procenu u okviru predloženog modela. Svaki parametar životne sredine predstavlja jednu jedinicu ili jedan značajan aspekt životne sredine. Za potrebe uvođenja parametara, autori su usvojili nekoliko kriterijuma i to:

- parametri moraju biti suštinski indikatori kvaliteta životne sredine,
- parametri moraju biti lako merljive veličine u prirodi,
- parametri se moraju odnositi na određene aktivnosti,
- parametri moraju biti merljivi i u fazi izrade projekta,
- ukupni broj parametara treba da je što je moguće manji.

Sistem za procenu uticaja je definisan tako da obuhvata četiri kategorije: ekologiju, zagađenje životne sredine, estetske vrednosti i društvene interese. Ove kategorije su podeljene na 18 komponenti i 78 parametara (Slika 4).



Slika 4. Sistem za procenu uticaja na životnu sredinu (Dee et al. 1973)  
 (objašnjenje: brojevi predstavljaju težinu svake kategorije, komponente i parametra, za svaku pojedinačnu studiju ili projekat)

Po uvođenju parametara životne sredine, autori su razvili tehniku kako da se njihove vrednosti izraze pomoću "uporednih jedinica" za ocenu uticaja. Ova tehnika se sastoji iz tri koraka:

Korak 1: Transformacija obuhvaćenih parametara u odgovarajući kvalitet životne sredine;

Korak 2: Vrednovanje svih parametara proporcionalno njihovom relativnom značaju;

Korak 3: Množenje parametara kvaliteta životne sredine sa njihovim relativnim težinama, da bi se došlo do konačne ocene.

#### Korak 1: Kvalitet životne sredine

Kvalitet životne sredine je predstavljen u opsegu od 0 do 1, gde 0 odgovara ekstremno lošem kvalitetu, a 1 veoma dobrom. Određivanjem kvaliteta životne sredine na ovaj način, moguće je proceniti promene koje je poboljšavaju, odnosno degradiraju.

Za transformisanje vrednosti nekog parametra u kvalitet životne sredine, uvedene su vrednosne funkcije koje se odnose na različite nivoe parametara koji se procenjuju i odgovarajuće nivoe kvaliteta životne sredine. Primer vrednosne funkcije prikazan je na Slici 5.





Slika 5. Opšti oblik vrednosne funkcije

Vrednosne funkcije se određuju na osnovu ekspertskog mišljenja i kao takve mogu biti subjektivne.

#### Korak 2: Težinski parametri

Svaki od parametara korišćenih u sistemu odnosi se samo na deo životne sredine. Da bi se utvrdio relativni značaj svakog od parametara, dodeljena mu je određena težina. Težine su izražene pomoću "jedinica značaja parametara". Ukupan zbir svih jedinica značaja za sve parametre je 1000. Vrednosti težina parametara koji su predložene razmatranom metodologijom date su na Slici 4.

#### Korak 3: Uporedne jedinice - jedinice uticaja na životnu sredinu

Za procenu uticaja na životnu sredinu, uvedena je jedinica uticaja kao:

$$\text{Jedinica uticaja na životnu sredinu} = \text{parametar značaja} \times \text{kvalitet životne sredine}$$

Rezultat primene ove metodologije je ukupan zbir izražen u jedinicama uticaja na životnu sredinu za dva slučaja: sa i bez ljudske aktivnosti. Razlika između dobijena dva zbira predstavlja meru uticaja na životnu sredinu (Dee et al. 1973).

Sistem za procenu uticaja na životnu sredinu može se koristiti za:

1. procenu uticaja velikih vodoprivrednih razvojnih projekata;
2. podršku održivom upravljanju vodnim resursima;
3. izbor redosleda prioriternih inženjerskih rešenja.

Izložena metodologija je vremenom unapređivana uvođenjem novih parametara, usavršavanjem

određivanja težinskih parametara i načina utvrđivanja vrednosnih funkcija.

#### 4. NEKI SAVREMENI PRISTUPI MODELIRANJU

Poslednjih tridesetak godina veliki broj istraživača se angažovao na razvoju metodologija za procenu uticaja na životnu sredinu. Rezultat su brojne metodologije, ali još uvek ni jedna od njih nije usvojena kao vodeća.

Glavni nedostaci prvobitnih, a i kasnije razvijenih metoda za procenu uticaja su: njihova složenost zbog širokog opsega komponenata i parametara koji karakterišu životnu sredinu, primena opisnih metoda za procenu, subjektivne ocene uticaja i relativno slaba transparentnost. Da bi se smanjila složenost prvih metoda, razvijane su metodologije za specifične projekte ili specifične discipline. Istovremeno da bi se povećala tačnost procena vršeni su pokušaji da se definišu metodologije za analizu komponenata sa najvećim uticajem, kriterijuma za ocenjivanje metrike ili skale vrednosti za opisivanje vrednovanja, odnosno ocenjivanja.

Primena savremenih informacionih tehnologija ima značajnog uticaja na prikupljanje podataka, na upravljanje podacima, na simulaciju relevantnih procesa u životnoj sredini, na transparentnost procedura za ocenjivanje, bržu i lakšu procenu različitih projektnih rešenja, za razvoj metoda i tehnika za donošenje odluka i za učešće stanovništva, na koje mogu uticati aktivnosti predviđene projektom.

Danas raspoloživi pristupi mogu se podeliti na dve grupe:

- specifični/disciplinarni modeli
- opšti modeli.

##### 4.1. Specifični/disciplinarni modeli

Specifični ili disciplinarni modeli mogu se generalno podeliti prema procesu koji se modelira, npr. modeliranje klimatskih promena, hidrološki modeli, hidraulički modeli, modeliranje riblje populacije, itd.

Na primer, veoma često kao posledica inženjerskih aktivnosti i drugih procesa u rečnim tokovima menja se životna sredina i ekosistem, a time su ugrožene i pojedine riblje vrste. Za predviđanje ovih uticaja razvijeni su specifični modeli. U nastavku su prikazane karakteristike dva razvijena modela koja se odnose na riblju populaciju.

### *Model za simuliranje procesa u ribljim staništima (FHR Currents)*

Da bi se utvrdili potrebni uslovi životne sredine za opstanak populacije lososa, kao i procesi koji utiču na njihovo izumiranje razvijena je procedura za procenu uticaja (Rieman et al. 1993).

Rizici za nestajanje različitih ribljih vrsta zavise od složenih faktora koji se često teško indentifikuju i mere. Razvijena metodologija obuhvata faktore koji mogu da utiču na opstanak i izumiranje populacije i predlaže načine za upravljanje lokalnom ribljom populacijom. Proces koji doprinose nestajanju populacije su podeljeni u tri grupe: determinističku, stohastičku i genetičku. Svaki od ovih procesa pokriva različite oblasti mogućih uzroka izumiranja:

*Deterministički procesi* - procesi koji izazivaju kumulativni gubitak ili stalne promene kritičnih komponenata životne sredine za pojedine riblje vrste. U slučaju populacije pastrmki, eliminacija tišaka, naplava od drveća i granja, kao i povećanje koncentracije finog nanosa u rečnom toku, neki su od mogućih uzroka za determinističko izumiranje. Populacija lososa se sve više smanjuje i zbog izgradnje brana duž migratornih koridora.

*Stohastički procesi* - procesi koji uslovljavaju nepredvidive fluktuacije u ribljim populacijama. Ovi procesi mogu biti demografski (fluktuacije u zastupljenosti populacije) ili vezani za životnu sredinu (varijacije životne sredine usled promene temperature, proticaja vode, pojave ekstremnih poplava ili suša, vatre, oluja, itd).

*Genetski rizici* - preživljavanje pojedinih vrsta leži u njihovoj genetskoj raznovrsnosti. Nedovoljan broj genetskih kombinacija može biti od suštinskog značaja za neke životne sredine.

### *Model za procenu opstanka ribljih vrsta (BayVAM)*

Ovaj model predstavlja proceduru za procenu opstanka populacije lososa (Lee and Rieman 1997; Lee et al. 2000).

Model je razvijen za potrebe ispitivanja uslova u rečnom slivu u toku života analiziranih ribljih vrsta. Svrha modela je da se utvrdi da li je populacija izložena riziku od istrebljenja ili značajnoj degradaciji. Modelom su uspostavljene veze između uslova u rečnom slivu i bitnih parametara vezanih za održavanje populacije. U okviru modela postoji pet koraka:

1. Definisavanje populacije i zone koja će biti obuhvaćena analizom;
2. Ispitivanja uslova u slivu sa stanovišta njihovog mogućeg uticaja na vitalne parametre populacije;
3. Kvalitativna analiza opstanka svake od populacija (korišćenjem rezultata iz koraka 2);
4. Identifikacija alternativnih hipoteza za karakteristične parametre određenih populacija;
5. Analiza za sve individualne populacije u okviru regionalne populacije.

Korak 2 je važan jer se koriste stohastički modeli za životni ciklus. Ovi modeli integrišu informacije o kritičnim procesima populacije i mogućnostima staništa da prihvate dinamičke promene populacije u životnoj sredini koja se menja.

Konačni rezultati modela predstavljaju procene za preživljavanje i reproduktivne sposobnosti populacije u periodu od 100 godina.

## **4.2. Opšti modeli**

Za razliku od specifičnih/disciplinarnih modela, opšti modeli se odnose na daleko šire aspekte problema i opseg ciljeva koji se žele postići procenom uticaja.

### *Model za dijagnozu i tretman ekosistema (Ecosystem Diagnosis and Treatment - EDT)*

Procena uticaja u okviru celog sliva reke Kolumbije, izvršena pomoću programa za dijagnozu i tretman ekosistema (Lestelle et al. 1996), predstavlja ambiciozni i vizionarski pristup. Značajan resurs podataka omogućava procenu uticaja u okviru velikih rečnog sliva i utvrđivanje podslivova koji imaju ključnu ulogu u izazivanju neželjenih uticaja. Primenom razvijenog pristupa dolazi se do podataka značajnih za prioritetizaciju projekata za obnavljanje ekosistema i za sprovođenje upravljačkih aktivnosti na nivou rečnog sliva.

Ovaj model je najkompleksniji opšti ekološki model koji se koristi u SAD. Međutim, ovim pristupom nisu obuhvaćeni fizički procesi. Model je konceptualno razvijen kao postupak za upravljanje populacijom lososa (Mobrand Biometrics 1999). Predstavljen je kao model koji se odnosi na riblje vrste i njihova staništa, razvijen za migratorne riblje vrste i one sa stalnim staništima. U praksi, model predstavlja proces za objedinjavanje i organizaciju informacija u okviru rečnog sliva za

potrebe realizacije projekata za obnavljanje i upravljanje životnom sredinom (Mc Connaha 2001).

Osnovne karakteristike modela su:

- uspostavlja direktne veze između promena staništa i ponašanja biljnih i životinjskih vrsta;
- predstavlja osnovu za uspostavljanje koordiniranog monitoringa i istraživanja;
- funkcioniše na različitim nivoima sliva;
- kompatibilan je sa kopnenom ekologijom;
- arhitektura sistema je potpuno transparentna;
- proces razvoja modela je otvoren.

Za primenu ovog modela potrebno je prikupiti relevantne podatke na nivou rečnog basena.

#### *Model Mike Impact*

Institut za hidrotehničko inženjerstvo i životnu sredinu (Institute for Hydraulic and Environmental Engineering - IHE) iz Delfta, Holandija i Danski hidraulički institut (Danish Hydraulic Institute - DHI), Kopenhagen, sredinom 1990 god. su započeli sa razvojem savremenijih tehnika za podršku odlučivanju u procesima procene uticaja na životnu sredinu. Batel metodologija je korišćena kao osnova pristupa (Šimić 1996), pri čemu je ova procedura potpuno kompjuterizovana, što je omogućilo brzu procenu za različite varijante projekta, kao i za različite vrednosne funkcije i težinske parametre. Softverski program, nazvan Impact, razvijen je korišćenjem programskog jezika Delphi.

Dalji razvoj od strane DHI rezultirao je u novoj metodi koja je nazvana "Mike Impact" i uvođenju novog postupka za bolju ocenu procesa vrednovanja – "Matrice za brzu procenu uticaja" (Rapid Impact Assessment Matrix - RIAM), (DHI 1997).

Matrica za brzu procenu uticaja je razvijena da bi se prevazišli problemi subjektivnog ocenjivanja definisanjem kriterijuma i načina vrednovanja u okviru kojih se vrši ocenjivanje i rangiranje projekata (Pastakia 1998). Kao što su utvrdili autori (Pastakia and Madsen 1995), metoda se bazira na definisanju kriterijuma značajnih za procenu uticaja, na određivanju komponenti životne sredine i na sistemu ocenjivanja u okviru zone koja je obuhvaćena projektom. Ocene za svaku grupu kriterijuma određene su na osnovu predloženih formula i ocena dobijenih za pojedinačne

kriterijume. Primenom ovih formula utvrđuju se ocene za komponente životne sredine po utvrđenoj proceduri. Konačna ocena uticaja za date uslove životne sredine dobija se množenjem bodova za svaku pojedinačnu grupu usvojenih kriterijuma.

Uticaj kao posledica određenih aktivnosti se procenjuje za izabrane komponente životne sredine. Za svaku komponentu i uslov određuje se broj bodova koji predstavlja veličinu pozitivnog ili negativnog uticaja. Za primenu ove metode potrebno je formirati jednostavnu matricu za svaki individualni projekat. U ćelijama matrice prikazuju se bodovi za određene komponente na osnovu usvojenih kriterijuma. Matrica je razvijena za pet kriterijuma podeljenih u dve grupe. Ovaj metod je uspešno primenjen za procenu uticaja različitih projekata. Osnovna prednost modela je brza i transparentna procena uticaja, kao i mogućnosti za ponovnu procenu kada se menjaju projektni uslovi.

Dalji razvoj Mike Impact modela od strane stručnjaka DHI obuhvata:

#### *1. Model za procenu uticaja na životnu sredinu putem Interneta*

Sve veća primena Interneta pruža mogućnosti za uključivanje interesnih grupa i svih zainteresovanih u domenu voda u procese procene uticaja određenih aktivnosti na životnu sredinu i procese odlučivanja. Za ove potrebe razvijeni su tehnike i softveri koji omogućavaju razmatranje ocenjivanja mogućih uticaja. Internet ocenjivanje se vrši pomoću specijalnog modela za procenu uticaja. Ovaj model je nazvan Web-Mike Impact, jer se bazira na modelu Mike Impact (Yan et al. 1999), i

#### *2. Model za ocenu korišćenjem analitičkog hijerarhijskog procesa (Analytic Hierarchy Process - AHP)*

Metodologija za težinsko vrednovanje, koja bazira na analitičkom hijerarhijskom procesu, uvedena je kao modifikovana Batel procedura za odlučivanje u proceni uticaja na životnu sredinu (Bazartseren et al. 1999).

## **5. KOMENTARI I ZAKLJUČCI**

Modeli i tehnike za procenu uticaja na životnu sredinu su počeli da se razvijaju 70-ih godina prošlog veka i od tada su predmet kontinualnog unapređenja i usavršavanja. Mada protekli period nije dovoljan za proveru izvršenih procena uticaja na životnu sredinu za

brojne izvedene projekte, isti je dovoljno dugačak za kritičku analizu primenjenih metodologija.

Izložene metodologije, od prve opšte Leopoldove matrice do onih koje su kasnije razvijane jasno ukazuju na neprestano usavršavanje u smislu što objektivnije i jednostavnije procene uticaja, smanjenja subjektivnosti u oceni, u obezbeđenju transparentnosti postupka i uključivanju svih zainteresovanih pojedinaca i interesnih grupa u proces i donošenje odluka.

Činjenica da je proces procene uticaja veoma složen, jer zavisi od velikog broja parametara koji karakterišu životnu sredinu, i mogućih uticaja kao posledice određenih aktivnosti (bilo da se radi o ljudskim aktivnostima ili onim koje su posledica promene prirodnih činilaca), upućuje na potrebu kontinualnog prilagođavanja i unapređenja postojećih pristupa i metoda za procenu uticaja. Ovo je sasvim razumljivo, jer se time stvaraju veće mogućnosti da se fokusiraju oni činoci koji su bitni za procenu uticaja na određene karakteristike životne sredine i ekosistema.

Primena savremenih informacionih tehnologija se pokazala kao izuzetno značajna u procesu ocenjivanja uticaja, jer omogućava relativno laku i brzu analizu različitih faktora, simuliranje različitih procesa u životnoj sredini, transparentnost primenjenih postupaka i što je veoma važno uključivanje interesnih grupa i pojedinaca u samu proceduru procene uticaja.

Dosadašnja iskustva u primeni razvijenih procedura nedvosmisleno ukazuju na potrebu osmatranja procesa u prirodi, kontinualnih merenja u svim fazama projekta (od planiranja, realizacije i njegovog funkcionisanja) i formiranja odgovarajućih baza podataka. Nedostatak kvalitetnih podataka otvara prostor za subjektivno ocenjivanje uticaja i moguće manipulacije različitih društvenih struktura, posebno onih koje imaju ekonomski (ili neki drugi) interes i političku moć. Izložene metode u ovom radu ne samo da ukazuju na genezu razvoja modela i postupaka za procenu uticaja na životnu sredinu, već ukazuju na potrebu i moguće pristupe za njihovo dalje unapređenje. Jedan od tih pristupa biće tema narednog rada ovog autora.

#### LITERATURA

- [1] Barrow, C. J. (1997). *Environmental and Social Impact Assessment - An Introduction*, Arnold, London.
- [2] Bazartseren, D. P., Solomatine, D. P., Minns, A. W., and Abbott, M. B. (1999). "Improving the Quality of Judgment in Environmental Impact Assessment by Using an Analytic Hierarchy Process." *XXVIII IAHR Conference*, Graz, CD.
- [3] Dee, N., Baker, J., Drobny, N., Duke, K., Whitman, I., and Fahringer, D. (1973). "An Environmental Evaluation System for Water Resource Planning." *Water Resources Research*, 9(3)
- [4] Dee, N., Baker, J. K., Drobny, N. L., Duke, K. M., and Fahringer, D. C. (1972). "Environmental Evaluation System for Water Resource Planning." Battelle Columbus Laboratories, Bureau of Reclamation. 188.
- [5] DHI. (1997). *Mike Impact User Manual-Draft*, DHI, Denmark.
- [6] IAIA. (1999). "Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice." International Association for Impact Assessment. 4. [www.iaia.org](http://www.iaia.org)
- [7] Lee, D. C., and Rieman, B. E. (1997). "Population Viability Assessment of Salmonids by Using Probabilistic Networks." *North American Journal of Fisheries Management*, 17, 1144-1157.
- [8] Lee, D. C., Rieman, B. E., and Thompson, W. L. (2000). "Bayesian Viability Assessment Module (BayVAM): A Tool for Investigating Population Dynamics and Relative Viability of Resident and Anadromous Salmonids," USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Boise, ID. 58.
- [9] Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., and J.R., B. (1971). "A Procedure for Evaluating Environmental Impact." *Geological Survey Circulation* 645. 13.
- [10] Lestelle, L. C., Mobernd, L. E., Lichatowich, J. A., and Vogel, T. S. (1996). "EDT - The Ecosystem Diagnosis and Treatment Method - Applied Ecosystems Analysis - A Primer." *Project Number 9404600*, Mobernd Biometrics Inc. for US Department of Energy, Bonneville Power Administration.
- [11] McConnaha, W. E. (2001). "Role of Ecosystem Diagnosis and Treatment Procedure in Subbasin and Species Recovery Planning." *NATO Advanced Research Workshop: New Paradigms in River and Estuary Management-short course*, Boise.

- [12] Mobrand Biometrics. (1999). "The EDT Method." Mobrand Biometrics, Inc. 34.
- [13] Munn, R. E. (1979). *Environmental Impact Assessment*, John Wiley & Sons.
- [14] Pastakia, C. M. R. (1998). "The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) - A New Tool for Environmental Impact Assessment." *Environmental Impact Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)*, K. Jensen, ed., Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark, 8-18.
- [15] Pastakia, C. M. R., and Madsen, K. N. (1995). "A Rapid Assessment Matrix for Use in Water Related Projects." *Stockholm Water Conference*, Stockholm.
- [16] Rieman, B., Lee, D., McIntyre, J., Overton, K., and Thurow, R. (1993). "Consideration of Extinction Risks for Salmonids." *FHR Currents, Fish Habitat Relationships Technical Bulletin*, No. 14, 1-12.
- [17] Šimic, S. (1996). "A Decision Support System for Environmental Assessment," Master Thesis, IHE Delft.
- [18] U.S. Congress. (1969). "National Environmental Policy Act of 1969,." *Public Law 91-190, 91st Congress, 2nd Session*.
- [19] Whitman, I. L., Dee, N., McGinnis, J. T., Fahringer, D. C., and Baker, J. K. (1971). "Design of an Environmental Evaluation System." Battelle Columbus Lab., Columbus, Ohio (Available from the Nat. Tech. Inform. Serv. Springfield, Va., Publ. PB-201-743. 61.
- [20] Yan, H., Velickov, S., and Abbott, M. B. (1999). "Extending the Range of Environmental Impact Assessment Using Internet." *XXVIII IAHR Congress of the International Association for Hydraulic Research*, Graz, Austria.

## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF ACTIVITIES WITHIN WATERSHED

by

Dr Jasna MUŠKATIROVIĆ, Civ.Eng.  
University of Idaho, USA, e-mail: muski@uidaho.edu

### Summary

Environmental impact assessment is the essential part of new management strategies in water domain. Need for ecological and social evaluation of water resources projects, different goals that should be satisfied, and more expressed need for the involvement of interested groups and stakeholders in a value judgment of the specific effects requires development of the adequate approaches for environmental impact assessment.

Development of methodologies for environmental impact assessment requires the extensive knowledge of direct and indirect factors influencing the environment, as well as possible undesired consequences on the environment. Availability of field data on effects of human activities, development of new models for simulation of various processes, and new information

and communication technologies present the significant support for qualitative and accurate environmental impact assessment.

The chronological review of available models, methodologies or approaches for environmental impact assessment, as well as main purposes and objectives for model improvements are presented in the paper. The analyses of applicability of available models, i.e. advantages and shortcomings for solving concrete problems of environmental impact assessment, are performed.

Key words: integral water resources projects, environment, ecological processes, environmental impact assessment

Redigovano 01.12.2005.