

## RELATIVNA METODA U POSTUPKU OPTIMIZACIJE PARAMETARA HIDROELEKTRANA

Slobodan MILIĆ<sup>1)</sup> i Marija MILIĆ<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ENERGOPROJEKT - ENTEL

<sup>2)</sup> ENERGOPROJEKT – HIDROINŽENJERING, Beograd

### REZIME

Opređenje za smanjenje uticaja gasova koji pospešuju efekte zagrevanja planete upućuje na veće korišćenje obnovljivih izvora energije. U tom smislu hidroenergetski potencijal predstavlja značajan energent koji nije dovoljno iskorišćen. Pri tome treba imati u vidu da je hidroenergetski potencijala samo jedna od kategorija vodnog potencijala i da njegovo korišćenje podrazumeva realizaciju višenamenskih objekata kao i usaglašavanje sa principima očuvanja životne sredine. Ovo je posebno značajno za objekte na malim slivovima koji, najčešće, nemaju odgovarajuću dokumentaciju usaglašenu sa prihvaćenim principima očuvanja životne sredine.

Da bi se takvo stanje prevazišlo neophodno je novelirati studije vodotokova što podrazumeva preispitivanje tipa i karakteristika tehničkih rešenja. To zahteva razmatranje velikog broja varijanti a svaka od njih podrazumeva obimne analize u raznim oblastima. Pri tome se obrađivači često susreću sa nedostatkom odgovarajućih podloga.

Da bi se sam postupak izbora optimalnih parametara pojednostavio, ali i dobio na težini, posebno u početnim analizama i u slučajevima kada se razmatraju duže deonice rečnih tokova ili sliv u celini, bilo bi neophodno eliminisati manje pouzdane faktore i, po mogućnosti, smanjiti obim analiza i proračuna. Rešenje ovog problema nađeno je, polazeći od opšteg kriterijuma maksimalne dobiti, prilagođavanjem najčešće raspoloživim podacima, što je realizovano metodom poređenja relativnih vrednosti priraštaja prihoda i i troškova.

**Ključne reči:** Optimizacija, Relativne metode, instalisani protok, male hidroelektrane

### 1. UVOD

Prilikom optimizacije osnovnih energetske parametara proizvodnih kapaciteta u elektroenergetskom sistemu (instalirana snaga hidroelektrana, naprimer), prisutna su dva osnovna prilaza:

- **poređenje sa alternativnim kapacitetom, i**
- **poređenje godišnjih prihoda i troškova.**

**Poređenje sa alternativnim kapacitetom** [1] zahteva analizu stanja sistema u celini **sa** i **bez** objekta čiji se parametri optimiziraju. Pored toga, analizama je potrebno obuhvatiti ceo, ili najveći deo budućeg životnog veka objekta i izvršiti aktuelizaciju diskontovanjem na početak realizacije objekta. Kada je u pitanju veći broj objekata (optimizacija na vodotoku, slivu i sl.) to je dosta dug i obiman posao.

**Poređenje prihoda i troškova** [1] takođe zahteva aktuelizaciju u životnom veku objekta ali i proračun prihoda koji zavisi od cena energije (ili energije i snage) i sl. Obzirom da je nivo cena tržišna kategorija na čiju visinu utiče mnogo faktora (i ne samo energetske) i koja se ne može realno sagledati u dužem vremenskom periodu, to stvara dodatnu teškoću i unosi sumnju u rezultate dobijene analizom.

Da bi se sam postupak izbora optimalnih parametara pojednostavio, ali i dobio na težini, posebno u početnim analizama i u slučajevima kada se razmatraju duže deonice rečnih tokova ili sliv u celini, bilo bi neophodno eliminisati manje pouzdane faktore i, po mogućnosti, smanjiti obim analiza i proračuna.

U tom cilju razvijen je poseban postupak prilagođen obimu i realnosti raspoloživih podloga. U članku je prikazana primena postupka na izbor instalisanog protoka male hidroelektrane.



$$dB1/B1 < dC1/C1 \quad (3)$$

$$dB1/B1 = dC1/C1 \quad (4)$$

$$dB1/B1 > dC1/C1 \quad (5)$$

Ako je  $dB1/B1=dC1/C1$  sledi:  $dB1/dC1=B1/C1$

Za vrednost parametra  $Q_{ins2}$  dobija se sledeća relacija:

$$B2/C2=(B1+dB1)/(C1+dC1)=(B1+B1 \times dC1/C1)/(C1+dC1), \text{ odnosno}$$

$$B1(1+dC1/C1)/C1(1+dC1/C1), \text{ što daje odnos } B2/C2=B1/C1$$

Dakle, ako je  $dB1/B1=dC1/C1$  tada je i  $B2/C2=B1/C1$ , odnosno **za jednake odnose relativnih priraštaja prihoda i troškova, odnosi apsolutnih vrednosti su takođe jednaki.**

Ako je relativni odnos  $dB1/B1>dC1/C1$ , uz konstataciju da su sve veličine pozitivne, sledi:

$$dB1/dC1>B1/C1,$$

Za vrednost parametra  $Q_{ins2}$  tada imamo:

$$B2/C2=B1(1+dC1/C1+R)/[C1(1+dC1/C1)], \text{ odnosno}$$

$$B2/C2=(B1/C1) \times (1+dC1/C1+R)/(1+dC1/C1)$$

Konačno  $B2/C2=(B1/C1) \times (1+(R/(1+dC1/C1)))$ . Kako se radi o pozitivnim vrednostima svih veličina, drugi sačinilac je veći od jedinice, pa je ispunjena nejednakost

$$B2/C2 > B1/C1$$

Slična relacija važi i ako je  $dB1/B1<dC1/C1$ , odnosno tada je i  $B2/C2<B1/C1$

**Iz prethodnog se zaključuje da je odnos relativnih vrednosti priraštaja prihoda i troškova  $(dB/B)/(dC/C)$  pokazatelj odnosa apsolutnih vrednosti  $(B/C)$ .**

Takođe, prethodnom analizom uočava se veza između funkcija  $B/C=F(Q_{ins})$  i  $(dB/B)/(dC/C)=G(Q_{ins})$  koja se može izraziti na sledeći način:

- ako je relativni priraštaj prihoda  $(dB/B)$  veći od od relativnog priraštaja troškova  $(dC/C)$ , odnos prihoda, B, i troškova, C, raste,
- ako je relativni priraštaj prihoda  $(dB/B)$  jednak relativnom priraštaju troškova  $(dC/C)$ , odnos prihoda, B, i troškova, C, je nepromenjen, stagnira,

- ako je relativni priraštaj prihoda  $(dB/B)$  manji od od relativnog priraštaja troškova  $(dC/C)$ , odnos prihoda, B, i troškova, C, opada.

Iz prethodnog sledi da se **maksimalna vrednost odnosa prihoda i troškova,  $B/C$ , javlja pri jednakoj vrednosti relativnog priraštaja prihoda i troškova,  $(dB/B)/(dC/C) = 1$ .**

Na slici 2 prikazana je ilustracija prethodnog zaključka na primeru konkretnog izbora instalisanog protoka metodom  $B/C$  i relativnom metodom,  $dB/B/dC/C$ .

Na dijagrama se uočava da postoji jedinstvena vrednost promenljive ( $Q_{ins}=32 \text{ m}^3/\text{s}$ ) pri kojoj se postiže maksimum funkcija  $B/C$  i jednakost relativnih priraštaja prihoda  $(dB/B)/(dC/C)=1$ . Odatle proizilazi zaključak da se **optimalna vrednost parametra može dobiti analizom relativnih priraštaja prihoda i troškova.**

Do prethodnog zaključka može se doći i opštom teorijom optimizacije [3]. Neka je ukupan godišnji prihod B, a odgovarajući godišnji troškovi C. U tom slučaju, optimizacioni zadatak može se uopštiti i iskazati u obliku:

$$\max \frac{B}{C}(a) = \max \frac{B(a)}{C(a)} \quad (6)$$

gde je :

$a$ - bilo koji parametar koji se optimizira.

Podrazumeva se da taj parametar ulazi u funkcije B i C kao promenljiva veličina i da su ostali parametri (koji se u ovom koraku ne optimiziraju) prilagođeni istom, ili konstante.

Uvođenjem promenljive ( $a$ ) koja može predstavljati višedimenzionalni vektor,  $a$  ( $Q, V, D, \dots$ ), odnos prihoda i troškova može se predstaviti relacijom:

$$F(\vec{a}) = \frac{B(\vec{a})}{C(\vec{a})} \quad (7)$$

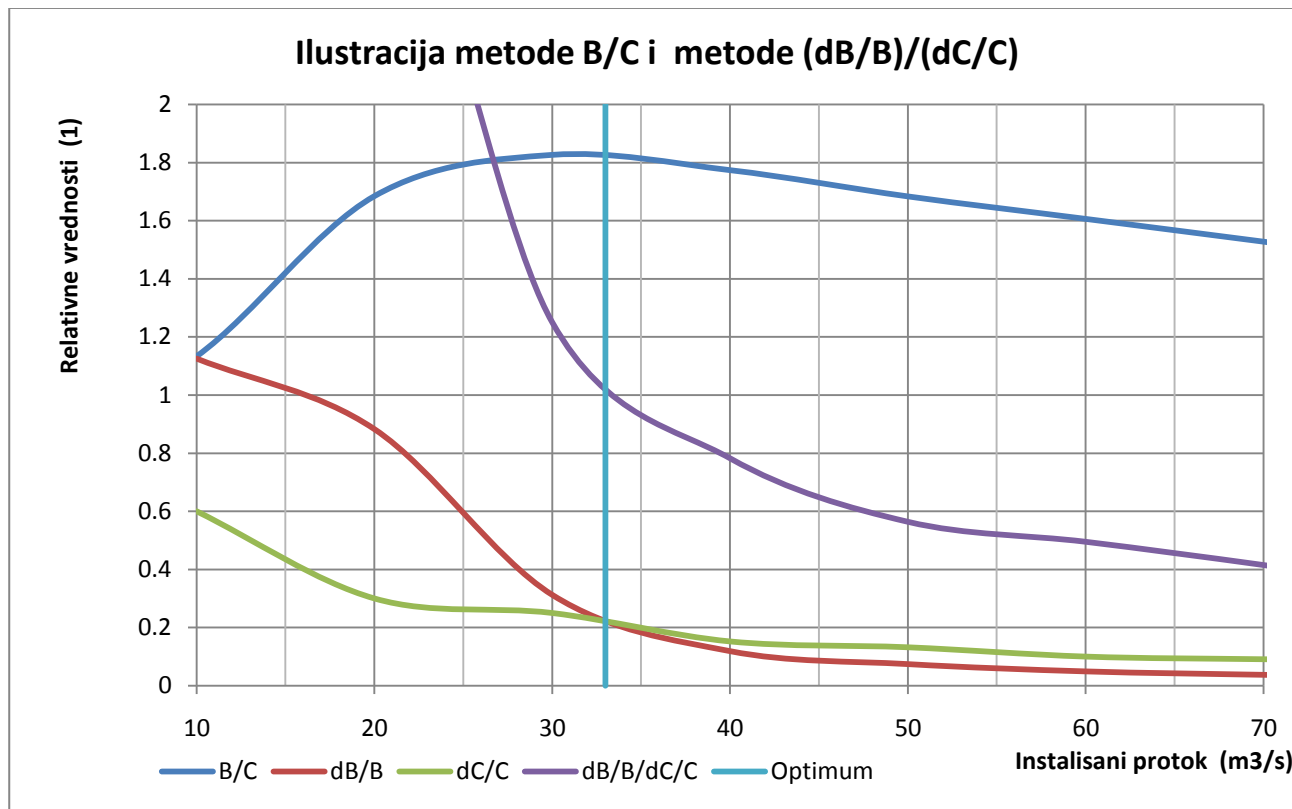
Ekstremna vrednost (maksimum) funkcije  $F(\vec{a})$  dobija se iz uslova:

$$\frac{dF(\vec{a})}{d(\vec{a})} = \frac{d\left(\frac{B(\vec{a})}{C(\vec{a})}\right)}{d(\vec{a})} = 0 \quad (8)$$

iz čega sledi:

$$\frac{dB(\bar{a})}{B(\bar{a})} = \frac{dC(\bar{a})}{C(\bar{a})} \quad (9)$$

što znači da se optimalni parametri postižu za onu vrednost promenljive ( $a$ ) za koju su relativni priraštaji prihoda ( $dB(a)/B(a)$ ) i troškova ( $dC(a)/C(a)$ ) jednaki.



Slika 2. Ilustracija određivanja optimuma po metodi B/C i po metodi (dB/B)/(dC/C)

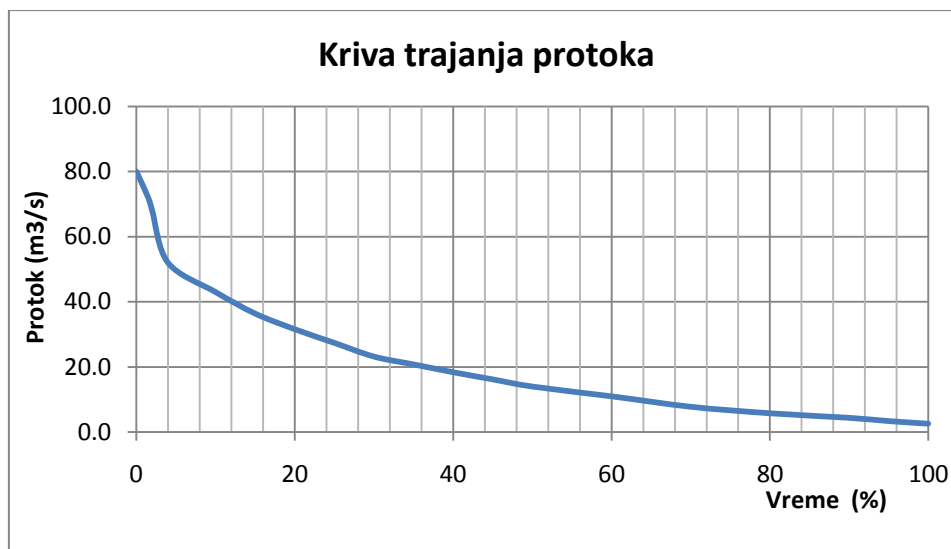
### 3. PRIMENA METODE NA IZBOR PARAMETARA HIDROELEKTRANA

Primena ove metode u postupku dimenzionisanja hidroelektrana (posebno malih sa zanemarljivom zapreminom akumulacije) ima i svoj fizički osnov u obliku krive trajanja proticaja prikazane na slici 3.

Na osnovu relacije za proizvedenu energiju prema krivoj trajanja proticaja koja ima oblik:

$$W = \int_0^{8760} H_n \cdot \eta \cdot 9,81 \cdot Q_{ist} \cdot dt_i \quad (10)$$

gde je:  $H_n$  - neto pad,  
 $Q_{ist}$  - iskoristivi protok,  
 $\eta$  - ukupan stepen iskorišćenja a  
 $dt_i$  - vreme (1 sat)



Slika 3. Kriva trajanja proticaja

i relacije za ukupan prihod:

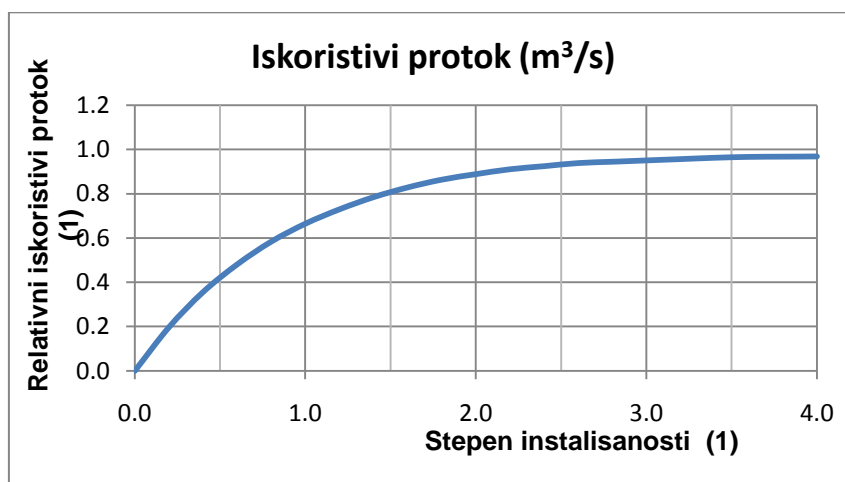
$$B = b_1 \times W \quad (11)$$

gde je:  $b_1$  - cena energije (E/kWh).

Zaključujemo da su svi činioci osim količine iskoristive vode ( $\int Q_{ist} \cdot dt_i$ ), praktično konstante ili vrlo malo promenljive vrednosti. Iz toga sledi sličnost (isti oblik) krive prihoda (ušteda i sl.) sa krivom iskoristivog protoka. Dakle, dovoljno je izvršiti integraciju krive trajanja proticaja uvažavajući sva tehnička i ostala

ograničenja i doći do oblika krive iskoristive količine vode (energije) a time i do krive prihoda (B) u funkciji instalisanog protoka.

Ako se, radi univerzalnosti i bez uticaja na korektnost metode, pređe na relativne vrednosti, tj. koristi modulna kriva trajanja proticaja, ( $m(t) = Q(t)/Q_{pr}$ ) i stepen instalisanosti ( $q_{ins} = Q_{ins}/Q_{pr}$ ), integraljenjem za različite vrednosti stepena instalisanosti ( $q_{ins}$ ) dobija se funkcija koja se asimptotski približava jedinici, što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Iskoristivi proticaj u funkciji stepena instalisanosti

Poređenjem relativne vrednosti priraštaja prihoda (dB/B) i modula (dm/m) prema predhodnim relacijama imamo:

$$\begin{aligned} \mathbf{dB/B} &= b1 \times dW / b1 \times W = b1 \times b2 \times dV_{ist} / (b1 \times b2 \times V_{ist}) \\ &= dV_{ist} / V_{ist} = dQ_{ist} / Q_{ist} = \mathbf{dm/m} \end{aligned} \quad (12)$$

pri čemu je:

b1 - cena energije,

b2 - količnik energije (W) i iskoristive zapremine vode (V),

što ukazuje da su:

**Relativni odnos priraštaja prihoda hidroelektrane i relativni odnos priraštaja modula krive trajanja proticaja jednaki.**

Kriva trajanja modula proticaja, obzirom da je izražena u relativnim jedinicama, predstavlja pogodnu formu za definisanje relativnog (ili procentualnog) priraštaja proizvodnje i prihoda sa povećanjem stepena instalisanosti. Dodatna prednost korišćenja modulne krive trajanja proticaja se ogleda u velikoj sličnosti ovih krivih na pojedinim profilima u konkretnim slivnim područjima.

Relativni priraštaj modula, (dm(i)/m(i)), za vrednosti sa dijagrama na slici 4, prikazan je u na slici 5.

#### 4. INVESTICIONA VREDNOST HIDROELEKTRANE

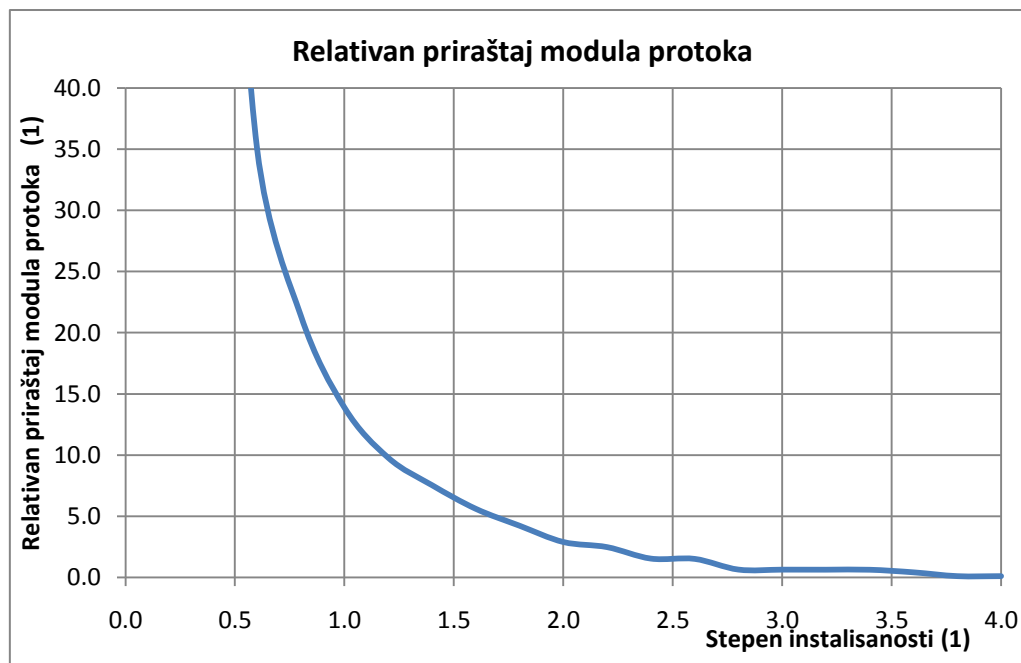
Kod krive promene investicija, za izbor optimalnog stepena instalisanosti, dominantan uticaj ima njen promenljivi deo. Analizom vrste objekata, njihovih prirodnih parametara, i sl. može se doći do relativno pouzdane korelacije između priraštaja investicija i stepena instalisanosti. Ovo omogućuje formiranje odgovarajuće krive investicija. Iskazujući godišnje troškove kao procenat ukupnih investicija, dolazi se do zaključka da je kriva troškova, po obliku, slična krivoj investicija. U tom smislu, slično razmatranju u vezi relacija 10 i 12 konstatuje se da je:

$$dC/C = dI/I \quad (13)$$

tj., **relativni priraštaj troškova jednak je relativnom priraštaju investicija.**

##### 4.1. Struktura investicione vrednosti

Imajući u vidu širok dijapazon karakteristika građevinskih radova i opreme kojima se mogu realizovati male elektrane (naprimer, derivaciona ili pribranska) razmatrana je različita struktura investicionih ulaganja. Pošlo se od toga da se jedan deo



Slika 5. Relativni priraštaj modula krive trajanja proticaja

investicija (koje se malo menjaju sa promenom instalisanog protoka) smatra konstantnim a drugi direktno srazmernim instalisanom protoku. Obzirom da se na početku izrade dokumentacije ne raspolaže sa strukturom investicija, odnos konstantnih i promenljivih investicija je variran u širokom opsegu, od 10 do 90 %. Na dijagramima, *Series 1* se odnosi na nivo fiksnih investicija od 10 % a *Series 9* na nivo od 90 %.

Analizom promena osnovnih dimenzija opreme (generator, transformator, turbina, cevovod) i radova (kanal, mašinska zgrada i sl.), a za očekivane promene stepena instalisanosti, usvojen je faktor promene investicija u iznosu kvadratnog korena stepena instalisanosti ( $k = q_{ins}^{0,5}$ ).

Polazeći od minimalne vrednosti stepena instalisanosti,  $q_{ins} = 1$ , i ukupnog nivoa investicija koji, u iznosu od 100 %, odgovara ovom stepenu instalisanosti, sračunati su nivoi investicija za različite stepene instalisanosti i strukturu investicija. Konkretni podaci prikazani su u tabeli 1 i na slici 6.

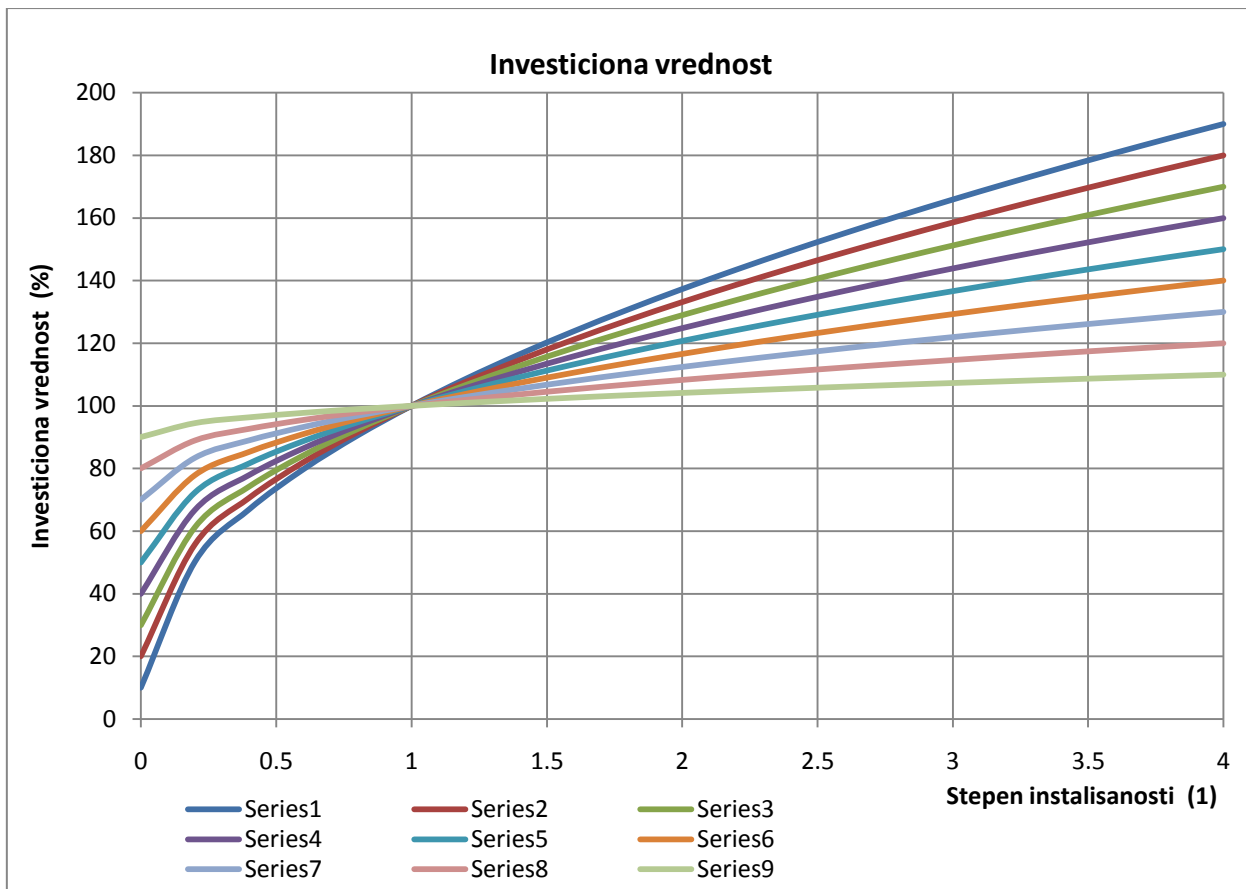
#### 4.2. Relativni priraštaj investicija

Na bazi prethodnih podataka definisani su relativni priraštaji investicija i dati u tabeli 2 i na slici 7. Na ordinati dijagrama na slici 7 je prikazana procentualna vrednost priraštaja investicija u odnosu na osnovno stanje pri stepenu instalisanosti jednakom jedinici. Ovim dijagramom je kompletiran fond podataka neophodan za izbor instalisanog protoka.

Tabela 1. Investiciona vrednost objekata u funkciji od strukture investicija i stepena instalisanosti

Investicije (%)			Stepen instalisanosti (1)										
Ukupne	Fiksne	Varij.	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
100,0	10,0	90,0	10	50	67	80	90	100	109	116	124	131	137
100,0	20,0	80,0	20	56	71	82	92	100	108	115	121	127	133
100,0	30,0	70,0	30	61	74	84	93	100	107	113	119	124	129
100,0	40,0	60,0	40	67	78	86	94	100	106	111	116	120	125
100,0	50,0	50,0	50	72	82	89	95	100	105	109	113	117	121
100,0	60,0	40,0	60	78	85	91	96	100	104	107	111	114	117
100,0	70,0	30,0	70	83	89	93	97	100	103	105	108	110	112
100,0	80,0	20,0	80	89	93	95	98	100	102	104	105	107	108
100,0	90,0	10,0	90	94	96	98	99	100	101	102	103	103	104

Investicije (%)			Stepen instalisanosti (1)										
Ukupne	Fiksne	Varij.	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4	
100,0	10,0	90,0	143	149	155	161	166	171	176	181	185	190	
100,0	20,0	80,0	139	144	149	154	159	163	168	172	176	180	
100,0	30,0	70,0	134	138	143	147	151	155	159	163	166	170	
100,0	40,0	60,0	129	133	137	140	144	147	151	154	157	160	
100,0	50,0	50,0	124	127	131	134	137	139	142	145	147	150	
100,0	60,0	40,0	119	122	124	127	129	132	134	136	138	140	
100,0	70,0	30,0	114	116	118	120	122	124	125	127	128	130	
100,0	80,0	20,0	110	111	112	113	115	116	117	118	119	120	
100,0	90,0	10,0	105	105	106	107	107	108	108	109	109	110	



Slika 6. Investiciona vrednost objekata u funkciji od strukture investicija i stepena instalisanosti

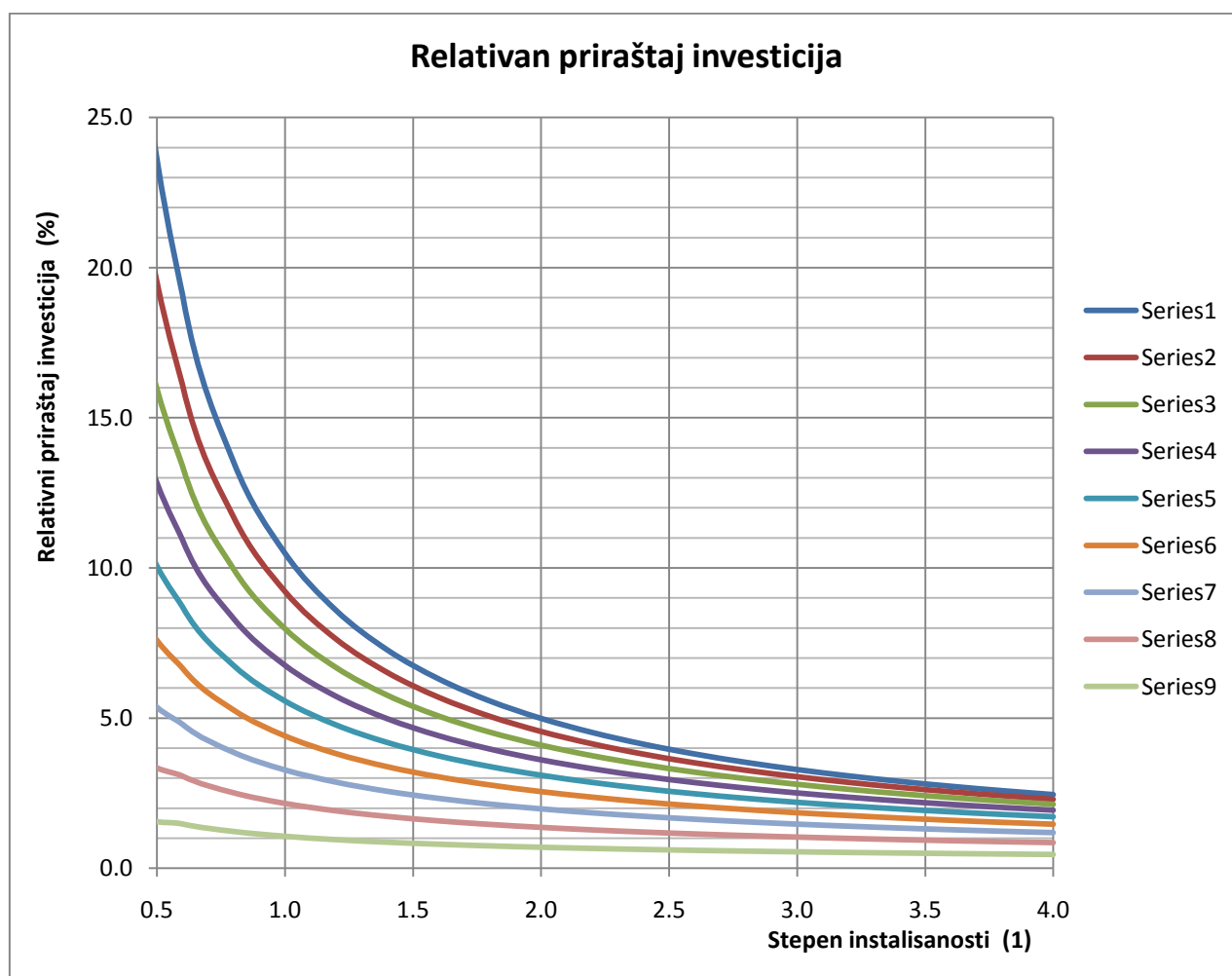
Tabela 2. Relativni priraštaj investucija za različite stepene instalisanosti

Investicije (%)			Stepen instalisanosti (1)										
Ukupne	Fiksne	Varij.	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
100,0	10,0	90,0	442,7	402,5	33,2	19,1	13,5	10,5	8,6	7,3	6,3	5,6	5,0
100,0	20,0	80,0	196,8	178,9	26,6	16,1	11,7	9,2	7,6	6,5	5,7	5,1	4,6
100,0	30,0	70,0	114,8	104,3	21,2	13,4	10,0	8,0	6,7	5,8	5,1	4,5	4,1
100,0	40,0	60,0	73,8	67,1	16,6	10,9	8,3	6,8	5,7	5,0	4,4	4,0	3,6
100,0	50,0	50,0	49,2	44,7	12,8	8,7	6,8	5,6	4,8	4,2	3,7	3,4	3,1
100,0	60,0	40,0	32,8	29,8	9,5	6,7	5,3	4,4	3,8	3,4	3,0	2,8	2,6
100,0	70,0	30,0	21,1	19,2	6,7	4,8	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	2,0
100,0	80,0	20,0	12,3	11,2	4,2	3,1	2,5	2,2	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4
100,0	90,0	10,0	5,5	5,0	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7



Tabela 2 (nastavak). Relativni priraštaj investicija za različite stepene instalisanosti

Investicije (%)			Stepen instalisanosti (1)									
Ukupne	Fiksne	Varij.	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
100,0	10,0	90,0	4,5	4,1	3,2	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5
100,0	20,0	80,0	4,1	3,8	3,5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3
100,0	30,0	70,0	3,7	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1
100,0	40,0	60,0	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9
100,0	50,0	50,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7
100,0	60,0	40,0	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5
100,0	70,0	30,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
100,0	80,0	20,0	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
100,0	90,0	10,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5



Slika 7. Relativni priraštaj investicija za različite stepene instalisanosti

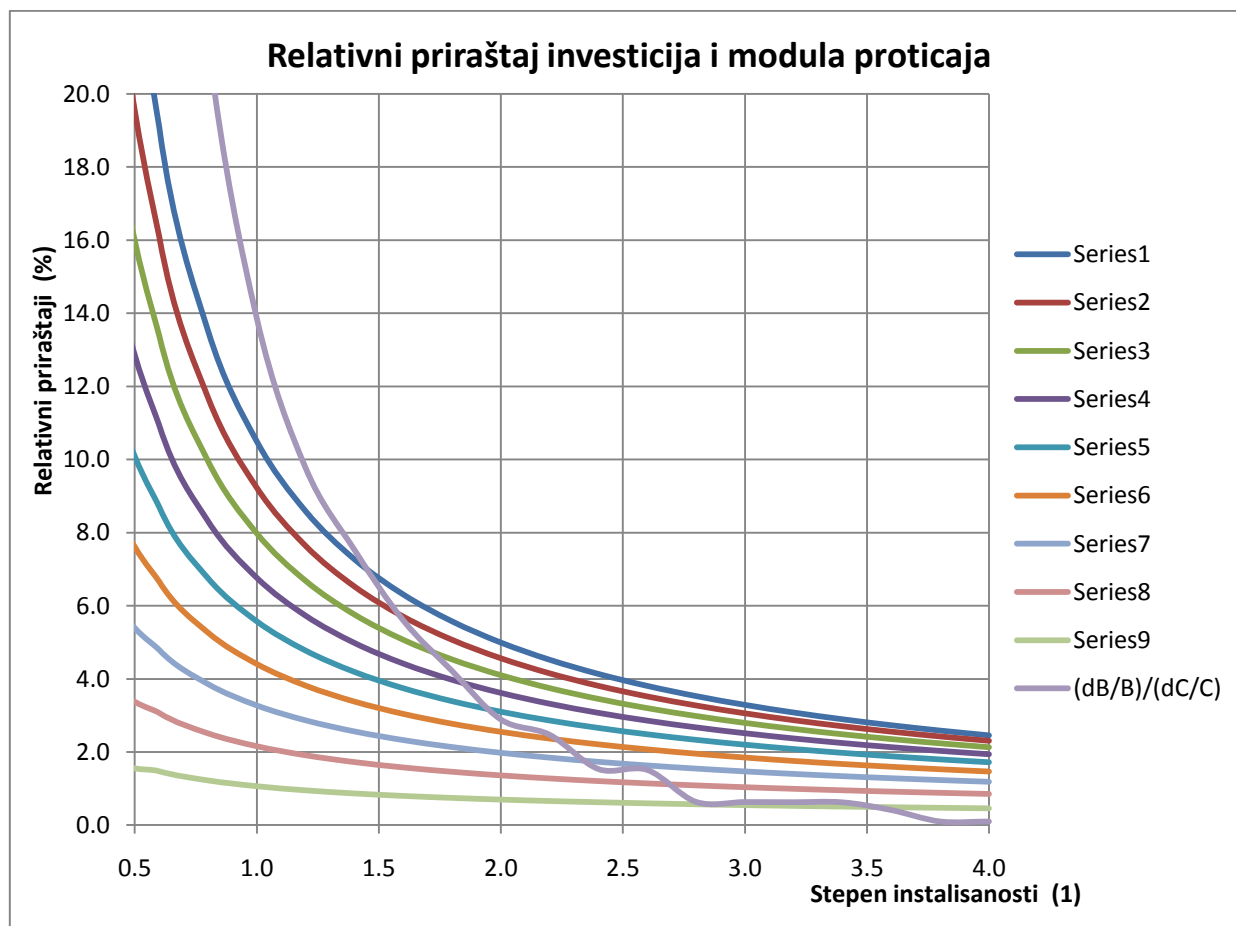
## 5. POSTUPAK IZBORA INSTALISANOG PROTOKA

Sam postupak izbora optimalnog instalisanog protoka svodi se, prema opisu metode koji ilustrovan na slici 2, na poređenje dijagrama relativnog priraštaja modula protoka (slika 5) i dijagrama relativnog priraštaja investicija (slika 7). Preklapanjem ovih dijagrama, što je prikazano na slici 8, njihovi presecci određuju optimalne vrednosti stepena instalisanosti (instalisanog protoka) za konkretnu strukturu investicija.

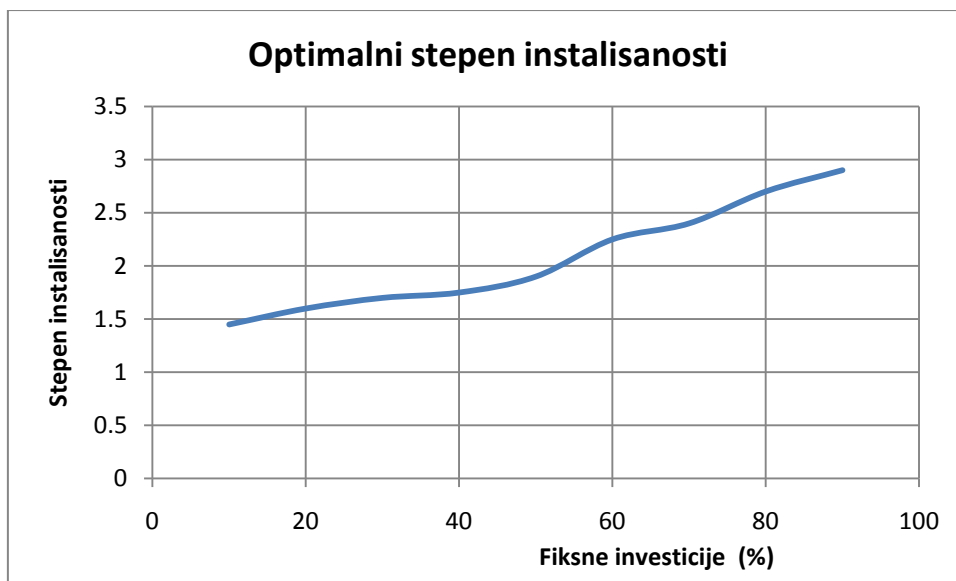
Sa dijagrama na slici 8 je uočljivo da, u konkretnom slučaju definisanom krivom trajanja modula proticaja, optimalni instalisani protok zavisi od strukture investicionih ulaganja. U tom smislu, za strukturu koja je definisana serijom 1, a koja se odnosi na nivo stalnih investicija od 10% i promenljivih od 90%, što odgovara

derivacionim postrojenjima dugog dovoda, optimalni stepen instalisanosti iznosi oko 1,4. Nasuprot ovome, za strukturu koja je definisana serijom 9, a koja se odnosi na nivo stalnih investicija od 90% i promenljivih od 10%, što odgovara priborskim postrojenjima sa velikom branom i kratkim dovodima, optimalni stepen instalisanosti iznosi oko 3,5. Na isti način određuju se i optimalni instalisani protoci za sve razmatrane odnose konstantnog i promenljivog dela investicija.

Iz prikazanih dijagrama i tabela može se sagledati zavisnost optimalnog instalisanog protoka elektrane na nekom pregradnom profilu definisanom krivom trajanja proticaja (ili krivom trajanja modula proticaja) od strukture investicija (koja zavisi od razmatranog tehničkog rešenja). U konkretnom slučaju ta zavisnost je prikazana dijagramom na slici 9.



Slika 8. Relativni priraštaj investicija i modula proticaja u funkciji stepena instalisanosti



Slika 9. Promena optimalnog stepena instalisanosti sa promenom strukture investicija

Prikazana metoda i postupak primenjeni su na velikom broju projekata malih hidroelektrana (preko 30) i potvrdili su navedene prednosti u odnosu na klasičan pristup. Posebno se iskazala efikasnost prikazanog postupka u optimizaciji većeg broja objekata na slivu.

## 6. ZAKLJUČCI

Prikazana metoda relativnih vrednosti bazira se na metodi odnosa prihoda (Benefita, B) i troškova (Cost, C). Modifikovana je u smislu da se koriste pouzdaniji i vremenski stabilniji ulazni podaci (proizvodnja i investicije).

Iskorišćena je jednakost relativnih priraštaja prihoda i iskoristivog proticaja sa priraštajem modula proticaja. Na taj način je izbegnut obiman proračun i omogućeno relativno jednostavno određivanje optimalnog parametra.

Prednost ove metode iskazuje se na studijama slivova, posebno na manjim vodotocima i na objektima koji svoj prihod baziraju na proizvedenoj energiji. Dovoljno je poznavati krivu trajanja modula proticaja, koja je često jedinstvena ili malo promenljiva za ceo sliv, i tehničko rešenje iz koga proizilazi struktura investicija (ne i apsolutni iznosi) za različite stepene instalisanosti.

## LITERATURA

- [1] Metodologija za određivanje energetske ekonomske opravdanosti i redosleda izgradnje novih elektrana u okviru ZEP-a, Energoprojekt, 1978.
- [2] IP HE Ustikolina, Energetske analize, S.Milić, Energoinvest, Sarajevo, 2010.
- [3] Đorđević, B. (1995): Hidroenergetsko korišćenje voda, Građevinski fakultet, Beograd

## RELATIVE METHOD USED FOR OPTIMIZATION OF HYDRO POWER PLANT PARAMETERS

by

Slobodan MILIĆ<sup>1)</sup> and Marija MILIĆ<sup>2)</sup><sup>1)</sup> ENERGOPROJEKT - ENTEL<sup>2)</sup> ENERGOPROJEKT – HIDROINŽENJERING, Beograd

## Summary

A commitment towards reducing the impact of (greenhouse) gases that enhance the global warming effects calls for greater use of renewable energy sources. In this respect, hydroelectric power represents an important energy source, which has not yet been fully employed. At the same time, it should be borne in mind that the hydropower potential is only one of the water resource categories and that its use implies implementation of multi-purpose facilities and compliance with environmental protection principles. This is particularly important for facilities located within small basins, most commonly not possessing the appropriate documentation to comply with the accepted environmental protection principles.

In order to overcome this situation, it is necessary to update the existing studies for water courses, in the way to review, review the type and characteristics of technical solutions. This requires consideration of a large number of options (variants), each of them

involving extensive analysis in various fields. In addition, study developers are often faced with a lack of relevant data.

To simplify the selection of optimal parameters, but to also highlight the importance of the same, particularly in the initial analysis and in cases when considering the longer sections of river flows or river basin as a whole, it would be necessary to eliminate the less reliable factors and, if possible, reduce the scope of analysis and calculation. The solution to this problem was found, based on the general criteria of maximum profit, by adjusting to the most commonly available data, which is implemented through the relative valuation method by comparing the relative value of increase in revenues and expenses.

Keywords: Optimization, Relative methods, Installed capacity, Small hydropower plants

Redigovano 31.10.2019.