

4. U daljim fazama razmatranja revitalizacije agregata potrebno je optimizirati povećanje prečnika obrtnog kola, koje sa svoje strane ima uticaja kako na energetske, tako i konstruktivne osobine turbine.

Za turbine HE "Zvornik" može se zaključiti:

- u fazi projektovanja HE "Zvornik", pri primeni turbine PL 40 za neto padove do 23 m, nepravilno je definisana brzina obrtanja agregata  $n = 150 \text{ min}^{-1}$ , umesto  $125 \text{ min}^{-1}$ , a što ima za posledicu rad turbina daleko van optimuma sa sniženim stepenima korisnosti preko 5% u odnosu na uobičajene vrednosti,

- za hidrauličke turbine nisu izvršena energetska ispitivanja na modelu sa potpunom geometrijskom sličnošću, tako da se pozdano ne zna sa kojim stepenom korisnosti se turbine eksploatišu, obzirom da je njihova radna oblast daleko van optimalne,
- na osnovu postojećih energetskih ispitivanja na dva modela sa nepotpunom geometrijskom sličnošću može se proceniti stepen korisnosti turbina u eksploataciji, ali se ne mogu utvrditi optimalne kombinatorne veze,

- u toku dosadašnje eksploatacije na turbinama nisu vršena indeksna ispitivanja, kako bi se utvrdile optimalne kombinatorne veze u pogonu, jer ne postoje ugrađeni priključci za merenje razlike pritiska u istom spiralnog preseku, neophodni za određivanje protoka po metodi Vinter-Kenedi,

- pri budućoj revitalizaciji hidrauličkih turbina, primenom lopatičnog sistema za brzohodnije turbine, namenjene za neto padove oko 20 m, moguće je radnu oblast turbine pomeriti u zonu optimalnih režima sa visokim stepenom korisnosti, a zadržavanjem broja lopatica obrtnog kola obezbediti povoljne kavitacijske uslove,

- u slučaju potrebe povećanja instalisanog protoka elektrane, radi izjednačavanja sa kapacitetom čeonu akumulacije HE "Višegrad", povećanjem prečnika obrtnog kola, do tehnički opravdane vrednosti  $D_1 = 4.900 \text{ mm}$ , moguće je instalisati protok turbine uvećati na  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , pri čemu bi se nominalna snaga turbine popela na  $37.000 \text{ kW}$ .

## Literatura

- [1] Školjasti dijagram modela Kaplanove turbine, crtež T 76234a, VOITH, Hajdenhajm, 1930.
- [2] Školjasti dijagram modela Kaplanove turbine, crtež 312464 V, Turboinstitut, Ljubljana, 1968. godine
- [3] Л.Ф. Абдурахманов, Б. Н. Ананьин и др., *Гидроэнергетическое и всеобъемлющее оборудование гидроэлектростанций*, Том 1, Энергоатомиздат, Москва, 1988.
- [4] И.Е. Михайлов, *Турбинные камеры гидроэлектростанций*, Энергия, Москва, 1970.
- [5] А. Я. Бронштейн, А.Н.Германов и др., *Справочник конструктора гидроурубин*, Машиностроение, Ленинград, 1971.
- [6] B. Ignjatović, *Hidraulički aspekti povećanja snaga turbina HE "Ovčar Banja" i "Međuvrše" pri revitalizaciji hidroagregata*, JP Đerdap, Sektor za investicije i razvoj, Beograd, 1998.
- [6] B. Ignjatović, V. Petrović, *Hidraulički aspekti povećanja snaga postojećih turbina HE "Zvornik"*, JP Đerdap, Sektor za investicije i razvoj, Beograd, 2001.

**Prof. dr Milun Babić, prof. dr Dobrica Milovanović, doc. dr Nebojša Jovičić, doc. dr Dušan Gordić, doc. dr Milan Despotović, dr Vanja Šušterčič**

Mašinski fakultet, Kragujevac

Regionalni evro centar za energetske efikasnost, Kragujevac

**Mr Nenad Pavlović**

Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije, Beograd

UDC 621.311.21:338.32]:502.173(497.11)

# Analiza mogućih energetske-ekonomsko-ekoloških doprinosa realizacije Glavnog plana za gradnju MHE u Srbiji

## Rezime

U radu su izloženi rezultati analize energetske, ekonomske i ekološke koristi koje mogu proisteci u toku realizacije Glavnog plana za gradnju malih hidrocentrala u Srbiji, u čijoj su inicijaciji, pripremi i uobličavanju, pored Ministarstva za rudarstvo i energetiku i Elektroprivrede Srbije, učestvovali i Regionalni evro centar za energetske efikasnost u Kragujevacu i Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije izradom obimne predstudije koja nosi naziv „Glavni plan za izgradnju malih hidrocentrala u Srbiji“. Cilj te predstudije je bio da preliminarno istraži energetske, ekonomske i ekološke mogućnosti različitih varijanata organizovanog sprovođenja gradnje malih hidrocentrala u narednih petnaest godina i da utvrdi optimalni scenario za organizovanu gradnju malih hidrocentrala.

Pošto je predstudija imala u vidu da su u Srbiji već donete neophodne političke i administrativne odluke vezane za buduću razvoj energetike, da su u toku pripreme za deregulaciju tržišta električne energije, kao i činjenicu da je Elektroprivreda Srbije već pristupila svom restrukturisanju, u radu je učinjen pokušaj da se utvrdi i odgovarajuće metode za optimalno upravljanje gradnjom malih hidrocentrala u tim novim i za naše okruženje još nedovoljno jasnim ekonomskim uslovima.

Pored rezultata simulacije mogućih energetske, ekonomske i ekološke dobitaka od sprovođenja Glavnog plana, u radu su izložene i osnovne karakteristike originalnog simulacionog modela i razvijenog softvera za utvrđivanje tih dobitaka.

**Ključne reči:** Cena,  $\text{CO}_x$ , električna energija, ekološke koristi, ekonomske koristi, glavni plan, mala hidrocentrala, matematičko modeliranje,  $\text{NO}_x$  optimalni, pepeo, prihod, profit, redukovanje emisije, scenario, simulacija, snaga,  $\text{SO}_x$ , tempo gradnje, tošak, vodotok.

## Abstract

In this work are presented results of analysis of energetic, economics and ecological advantages which can be arisen from the current realization of the Master plan for building small power plants in Serbia. In it's initiation, preparation and forming, participants were Ministry of Mining and Energetic, Electrical Industry of Serbia, Energy Efficiency Agency of Republic Serbia and Energy Efficiency Regional Euro Center of Kragujevac. They prepared Possibility Study with title "Master Plan for Building Small Power Plants in Serbia". The aim of that study were preliminary investigation of energetically, economically and ecologically possibilities, different of variants organize convey of building small power plants for the next fifteen years, and optimal scenario consolidation for quality building of small power plants. As the Possibility Study had in it's sight that political and administrative decisions connected with the future development of national energetic had been already made and also the fact that Electrical Industry of Serbia had been already restructured, in this work has been made attempt to consolidate the methods for optimal management of building small power plants in the new, and for our encirclement which is yet unsatisfactory clear economic conditions. Besides the results of simulation of potential energetic, economics and ecological acquires from the Master plan, in this work are displayed basic characteristics of original simulation mathematical model and developed software for establishing of these characteristics.

**Key words:** Costs,  $\text{CO}_x$ , electric power, ecological advantages, master plan, economical advantages, small power plant, mathematical modeling,  $\text{NO}_x$ , optimization, ash, income, profit, reduction of the emission, scenario, simulation, power,  $\text{SO}_x$ , tempo of the building, expense, water current.

## 1. Uvod

U Srbiji je, počev od prve velike naftne krize sedamdesetih godina prošlog veka, bilo nekoliko kampanja vezanih za problem energetske korišćenja malih vodotokova. Te kampanje, inicirane od države, najčešće su se završavale kao medijske. Jedino je, početkom

osamdesetih godina, u toku jedne takve kampanje urađen kataster od oko 800 lokacija za gradnju malih hidrocentrala (MHC), i taj rezultat i danas služi svima koji pokušavaju da upozore da na teritoriji Srbije postoji neiskorišćen energetske resurs snage oko 500-600 MW, te da se oči državnih planera moraju usmeriti prema njemu.







