

Hidromehanička oprema za smanjenje utjecaja naplavina na proizvodnju električne energije

Hydromechanical equipment to reduce the impact of debris on electricity production

Nikola Hranj^a, Ivančica Somođi^a, Tomislav Ledenko^a

^a HEP-Proizvodnja d.o.o. PP HE Sjever Varaždin, Međimurska 26c, Varaždin; Hrvatska.
corresponding author: ivancica.somodi@hep.hr

INFORMACIJE O ČLANKU

Kategorija:
Stručni članak

Ključne riječi:
Čistilica
Naplavine
Hidromehanička oprema

Licenca: CC BY-NC-SA 4.0.

SAŽETAK

Akumulacijska jezera HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava dio su složenog hidroenergetskog, ali i zaštićenog ekološkog sustava obraslog stranom invazivnom biljkom, vodenom kugom (*Elodea Canadensis* sp.). U ljetnim mjesecima vodenom kugu i druge naplavine vjetar i struja vode nosi na objekte hidroelektrane u obliku velikih količina naplavina, što negativno utječe na proizvodnju električne energije. Radi održavanja proizvodnje, taj negativan utjecaj smanjuje se kombiniranim primjenom pasivnih hidromehaničkih prepreka i namjenskih strojeva za uklanjanje bilja na ulaznim građevinama hidroelektrana – čistilica. Za učinkoviti dizajn pasivnih hidromehaničkih prepreka potrebno je višegodišnje praćenje vrste i količine naplavina koje se pojavljuju na zahvatima vode hidroturbina te se iste kontinuirano unaprjeđuju. Hidromehaničke prepreke uz učinkovito odvajanje naplavina trebaju biti projektirane tako da se umanju njihov utjecaj na proizvodnju električne energije, jer predstavljaju trajni uspor u objektima za dovod vode na hidroturbinu. Ujedno trebaju zadovoljavati i uvjete mehaničke otpornosti za statička i dinamička opterećenja koja na njima uzrokuju naplavine pod utjecajem strujanja vode. Zahtjevi za čistilice za uklanjanje naplavina slični su zahtjevima za hidromehaničke prepreke s naglaskom na efikasnost vađenja naplavina koja se gleda kroz volumen izvađenih naplavina u jedinici vremena. Ograničenja vezana za dizajn čistilica ponajviše su zadana građevinskim objektima gdje se takvi strojevi ugrađuju. Visok stupanj spremnosti pasivnih hidromehaničkih prepreka i čistilica neophodan je za smanjenje utjecaja naplavina na rad hidroelektrane.

ARTICLE INFORMATION

Category:
Professional paper

Keywords:
Water pest
Invasive species
Hydro power plant
Eutrophication
Debris

License: CC BY-NC-SA 4.0.



ABSTRACT

The shallow sections of HPPs Varaždin, Čakovec and Dubrava reservoirs are overgrown with the invasive waterweed (*Elodea Canadensis* sp.). The aim of this paper is to show the problems the aquatic plants deposits cause in the maintenance of HPP Varaždin, which environmental indicators are monitored in forecasting and what is being undertaken regarding the maintenance. The waterweed bloom makes the supply of water and its flow through the turbines impossible thus making the electricity production difficult due to turbine operation interruptions. The debris comes to the engine room in large quantities requiring intensive round-the-clock cleaning. Another important consequence is the accelerated sedimentation of organic substances on the bottom of the reservoir, increasing the amount of the organic part of the sediment. The impeded water flow in drainage ditches leads to the bank erosion. In 2008, some 1000 tons of the waterweed was cleaned in one month and the same amount passed through the flow regulator. Since then, cleaning the waterweed from the entrance of the engine room, removing it from the drainage ditches and their pipe culverts have become the regular maintenance. Displacement is also one of the activities in attempts to suppress the outbreak of the waterweed.

1. Uvod

Uz glavne proizvodne jedinice, hidromehanička oprema elektrane predstavlja opremu koja je predmet intenzivnog održavanja i na kojoj se kontinuirano rade dorade i izmjene, a sve u svrhu učinkovitijeg obavljanja povjerene joj uloge.

U hidromehaničku opremu hidroelektrane spadaju zapornice, oprema za pokretanje zapornica – hidraulički i električki izvršni aktuatori, dizalice za

manipulaciju zapornicama, mehaničke prepreke ugrađene u protočni trakt i dovodne građevinske objekte te mehaničke čistilice ugrađene na ulazu u protočni trakt hidroelektrane.

2. Pasivna hidromehanička oprema za smanjenje utjecaja naplavina

U pasivnu hidromehaničku opremu za smanjenje utjecaja naplavina spadaju mehaničke barijere koje

se ugrađuju direktno u protočni trakt i zahvate vode. Na postrojenjima PP HE Sjever koriste se sljedeće pasivne mehaničke barijere:

- zaustavna stijena,
- gruba rešetka,
- fina rešetka.

Zaustavna stijena je čelična konstrukcija ugrađena na zahvat vode u akumulacijama za agregate biološkog minimuma za pogone HE Varaždin i HE Dubrava.



Slika 1. HMO oprema HE Varaždin - dvije čistilice i dizalica za postavljanje zapornica
Figure 1. HMO equipment of HPP Varaždin - two cleaners and a crane for installing the shutters



Slika 2. Zaustavna stijena agC HE Dubrava
Figure 2. Stopping rock agC HPP Dubrava



Slika 3. Zaustavna stijena agC HE Varaždin
Figure 3. Stopping rock agC HPP Varaždin

Zadaća zaustavne stijene je zadržavanje površinskih naplavina od ulaza u protočni trakt. Površinske naplavine iz vode se vade pomoću mobilnih dizalica te odlažu na uređene deponije za prihvrat naplavina.



Slika 4. Vađenje naplavina ispred zaustavne stijene
Figure 4. Removal of debris in front of the stopping rock

Na agregatima biološkog minimuma HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava na ulazu protočnog trakta ugrađene su gruba i fina rešetka. Gruba rešetka propušta većinu naplavina, a prijeći ulaz samo krupnim naplavinama kao što su drveni trupci u protočni trakt.



Slika 5. Gruba rešetka agC HE Dubrava
Figure 5. Rough grid agC HPP Dubrava

Čišćenje grube rešetke od naplavina koje se zaglave unutar polja obavlja se uz pomoć ronioca.

Fina rešetka prijeći prolaz svih naplavina koje bi mogle ugroziti turbinu te se dimenzionira prema preporukama proizvođača turbine. Na finu rešetku ugrađuje se uređaj za automatsko vađenje naplavina –mehanička čistilica.



Slika 6. Fina rešetka agC HE Varaždin.
Figure 6. Fine grid agC HPP Varaždin

Održavanje pasivne hidromehaničke opreme za smanjenje utjecaja naplavina svodi se na redovitu obnovu antikorozivne zaštite koja se provodi u 15-godišnjim intervalima i kontrolu strukturnog integriteta koja se provodi vizualno prilikom remonata agregata.



Slika 7. Obnova antikorozivne zaštite
Figure 7. Restoration of anti-corrosion protection

Planiranje održavanja na pasivnoj hidromehaničkoj opremi potrebno je usko vezati uz održavanje agregata, tj. može se provoditi samo dok je agregat izvan pogona.

Za antikorozivnu zaštitu koriste se sustavi epoksi premaza namijenjenih za zaštitu čeličnih konstrukcija u kontaktu s vodom.

Narušeni strukturni integritet na pasivnoj hidromehaničkoj opremi u pravilu znači izradu kompletne nove opreme kojom se zamjenjuje oštećena oprema.

Tokom 2015. prilikom rekonstrukcije agregata biološkog minimuma HE Varaždin, postojeća deformirana gruba rešetka zamijenjena je novom.



Slika 8. Deformirana gruba rešetka agC HE Varaždin
Figure 8. Deformed rough grid agC HPP Varaždin

Nova gruba rešetka izrađena je prema nacrtima postojeće rešetke.



Slika 9. Nova gruba rešetka agC HE Varaždin
Figure 9. New rough grid agC HPP Varaždin

Prilikom ronilačkog čišćenja grube rešetke agC HE Varaždin u jesen 2020. uočeno je da je i nova rešetka deformirana. S obzirom na slične deformacije koje su nastale na obje do sada ugrađene grube rešetke, odlučeno je da se gruba rešetka za agC HE Varaždin rekonstruira tako da joj se poveća krutost.



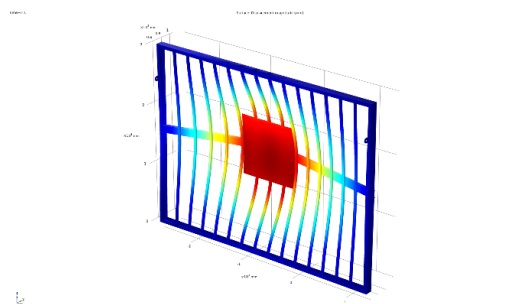
Slika 10. Deformirana nova gruba rešetka agC HE Varaždin
Figure 10. Deformed new rough grid agC HPP Varaždin

Za rekonstrukciju grube rešetke služba za održavanje, strojarski odjel izradila je tehničko za rješenje sa svim izvedbenim detaljima.

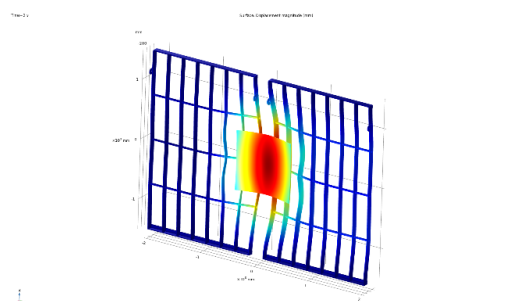


Slika 11. Model rekonstruirane grube rešetke
Figure 11. Model of the reconstructed rough grid

Izrađeni su proračuni mehaničke otpornosti postojeće i rekonstruirane rešetke.

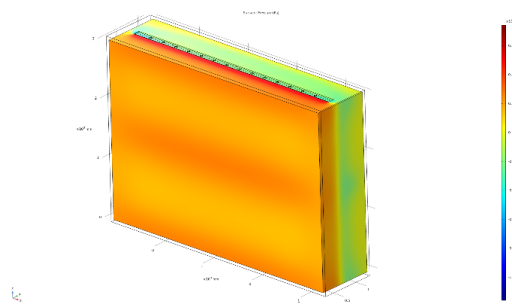


Slika 12. Deformacija postojeće rešetke s naplavinama
Figure 12. Deformation of the existing grid with debris

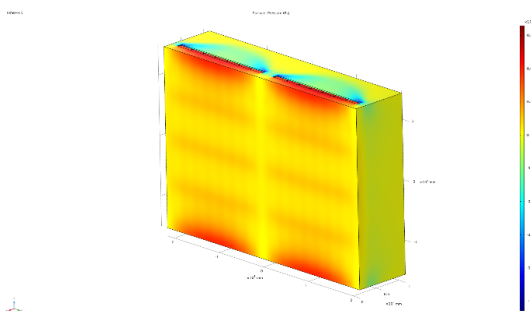


Slika 13. Deformacija rekonstruirane rešetke s naplavinama
Figure 13. Deformation of the reconstructed grid with debris

Dodatno su izrađene usporedbe pada tlaka na postojećoj i rekonstruiranoj rešetci.



Slika 14. Pad tlaka na postojećoj rešetci
Figure 14. Pressure drop on the existing grid



Slika 15. Pad tlaka na rekonstruiranoj rešetci
Figure 15. Pressure drop on the reconstructed grid

Najveća naprezanja rekonstruirane rešetke u odnosu na postojeću za identične uvijete opterećenja su dva i pol puta manja uz duplo manji pad tlaka. Rekonstruirana rešetka izrađena je vlastitim radnicima i sredstvima u radioni HE Varaždin.

Zamjena grube rešetke agregata biološkog minimuma obavljena je 2022. prilikom djelomičnog pražnjenja dovodnog kanala HE Varaždin.

3. Čistilice za uklanjanje naplavina

Čistilice za uklanjanje naplavina je neizostavna oprema kojom se omogućava kontinuirani rad hidroagregata. U pravilu su postavljene tako da uklanjaju naplavine koje su zaustavljene na finoj rešetci, a neke izvedbe omogućavaju uklanjanje površinskih naplavina.



Slika 16. Novoizrađena rekonstruirana gruba rešetka
agC HE Varaždin
Figure 16. Newly constructed and reconstructed
rough grid of agC HPP Varaždin

Odabir najbolje varijante čistilice ovisi o izvedbi ulaznog dijela protočnog trakta, građevine na koju se stroj postavlja te vrsti naplavina koja se najčešće pojavljuje na objektu gdje se stroj montira.

Na pogonima PP HE Sjever koristi se više varijanti čistilica:

- čistilica s košarom na sajle i pomoćnom hidrauličkom dizalicom,
- hidraulička čistilica s hvataljkom,
- hidraulička čistilica s grabilicom.

Čistilica s košarom na sajle i pomoćnom hidrauličkom dizalicom koristi se kao glavna čistilica na pogonima HE Čakovec i HE Dubrava te kao rezerva za pogon HE Varaždin.



Slika 17. Čistilica s košarom na sajle i hidrauličkom dizalicom
Figure 17. Cleaner with basket on cables and hydraulic crane

U eksploataciji se pokazala kao najpouzdanija izvedba. Njezina pouzdanost proizlazi iz malog broja izvršnih elemenata – jedan elektro ili hidromotor koji preko reduktora pokreće bubanj za namatanje sajli. Čišćenje rešetke obavlja se spuštanjem i podizanjem košare za čišćenje kojom se upravlja pomoću sajli. Nedostatak takve izvedbe je nemogućnost vađenja trupaca i drugih većih naplavina koje se nabiju na dnu rešetke te potreba ugradnje dodatne hidrauličke dizalice s hvatačem za vađenje površinskih naplavina.



Slika 18. Čistilica HE Čakovec
Figure 18. Treatment plant HPP Čakovec

Hidraulička čistilica s hvataljkom ugrađena je na HE Varaždin usporedno s postojećom čistilicom s košarom na sajle.



Slika 19. Hidraulička čistilica s hvataljkom
Figure 19 Hydraulic cleaner with gripper

U odnosu na čistilicu s košarom na sajle pokazala se kao daleko svestranija i brža u uklanjanju naplavina, pogotovo površinskih. Isto tako, nema poteškoća s vađenjem trupaca i panjeva s bilo koje dubine. Nedostatak joj je složeni hidraulički sustav za pokretanje koji se sastoji od šest hidrauličkih cilindara, dva hidromotora i hidrauličkog agregata s proporcionalnim razvodnicima. Za održavanje takvog složenog sustava nije dovoljni godišnji pregled i zamjena potrošnih elemenata već je potrebna stalna prisutnost specijaliste za proporcionalnu hidrauliku i dostupnost kritičnih dijelova hidrauličkog agregata. Zbog povremenih većih problema koji su se dešavali s hidrauličkom čistilicom HE Varaždin, odlučeno je da se paralelno uz nju zadrži i revitalizira stara čistilica s košarom na sajle.

Na fine rešetke agregata, gdje se ne pojavljuju krupne naplavine, ugrađene su hidrauličke čistilice s grabilicom. Ovakva čistilica nije direktno usporediva s čistilicama na sajle i hidrauličkom čistilicom s hvataljkom koje su ugrađene na glavne agregate zbog radnih uvjeta i dimenzija fine rešetke koje su u ovom slučaju znatno manje.

Hidraulička čistilica s grabilicom jednostavne je kinematičke strukture i proizvode se u serijama jer za njih potrebe imaju i komunalne firme za potrebe uklanjanja nečistoća s propusta na vodotocima. Održavanje takvih čistilica na PP HE Sjever obavlja se u vlastitoj režiji, a svodi se na zamjenu ulja u hidrauličkom sustavu prema rezultatima analize ulja te kontrolu zračnosti na klizačima unutar teleskopa te eventualnu njihovu zamjenu.



Slika 20. Čistilica MHE Čakovec
Figure 20 MHP Čakovec treatment plant

4. Zaključak

Naplavine koje se pojavljuju i akumulacijama hidroelektrana direktno utječu na raspoloživost postrojenja. Pasivna hidromehanička oprema, koja se ugrađuje direktno u akumulaciju i dovodne objekte na postrojenje potpomognuta mehaničkim čistilicama, može u potpunosti eliminirati probleme s naplavinama ako je pravilno odabrana i dimenzionirana. Prednost kod odabira opreme za ugradnju treba dati složenijoj pasivnoj barijeri, a jednostavnijem stroju. Te komponente čine jedan zajednički sustav za smanjenje utjecaja naplavina na proizvodnju električne energije pomoću hidroturbina.