

Značajne obljetnice hrvatskih hidroelektrana

OBNOVLJIVE, SIGURNE I POUZDANE



Prvna hrvatska izmjenična hidroelektrana, ujedno i jedno od prvih izmjeničnih hidroenergetskih postrojenja u Europi, u pogon je puštena prije 128 godina. Bila je to HE Krka, kasnije nazvana HE Jaruga. U njezinoj je blizini 1903. godine proradila druga HE Jaruga, koja do danas neprekidno proizvodi električnu energiju. Svih tih godina hidroelektrane su činile i još čine osnovu hrvatskog elektroenergetskog sustava. One su ujedno obnovljivi izvori energije i u velikoj mjeri imaju mogućnost točnog predviđanja buduće proizvodnje električne energije, što pak omogućava dobro planiranje i optimiranje proizvodnje u kombinaciji sa svim drugim izvorima. Također se radi o višenamjenskim objektima jer njihova akumulacijska jezera služe i za vodoopskrbu, navodnjavanje, zaštitu od poplava pa i za turizam. Osim HE Jaruga koja će u prosincu proslaviti 120. godina od puštanja u pogon, još jedna hrvatska hidroelektrana ove godine slavi 'okruglu' obljetnicu. Riječ je o HE Orlovac koja je dio hidroenergetskog sustava na rijeci Cetini i koja je s radom započela prije 50 godina.

Hidroelektrana Jaruga	52
Hidroelektrana Orlovac.....	54
Tri desetljeća praćenja hrvatskih hidroelektrana u časopisu EGE	56

HIDROELEKTRANA JARUGA



▲ Pogled na strojarnicu elektrane s rijeke...

Prije 128 godina na Skradinskom buku na Krki izgrađena je HE Krka, kasnije nazvana i HE Jaruga. Bila je to najstarija izmjenična hidroelektrana na prostoru današnje Hrvatske i sastavnica jednog od prvih cjelovitih elektroenergetskih sustava u svijetu. Samo je tri dana mlađa od glasovite hidroelektrane na slapovima Niagare pa je zato i uvrštena na popis povijesno važnih inženjerskih iskoračka u svijetu. U vrijeme kada su veliki svjetski gradovi poput Londona i Rima imali jednofazne EES-ove, Šibenik je imao dvofazni EES čija su osnova bili HE Krka i dalekovod Krka - Šibenik.

Tri godine kasnije započeli su radovi na njezinom proširenju i osuvremenjavanju, a nedaleko od nje 1903. izgrađena je posve nova hidroelektrana. To je HE Jaruga 2 koja je nastavila raditi sve do danas pa se s pravom ubraja u najstarija svjetska hidroenergetska postrojenja s neprekinutom proizvodnjom duljom od stoljeća. Kako je još 1914. godine prva HE Jaruga prestala s radom, druga se hidroelektrana danas naziva samo HE Jaruga.

OSNOVNI PODACI

Riječ je o posljednjoj hidroelektrani u slici Krke i koristi oko 26 m bruto hidroener-

getskog pada, što je tek dio prirodnog pada Skradinskog buka od 45 m. S uzvodne strane slapa nalazi se Visovačko jezero, na čijem je donjem kraju smješten vodozahvat, dok su s nizvodne strane elektrane usporeni dio Krke i (kasnije) Prokljansko jezero koje je pod uspornim djelovanjem mora. Elektrana je izvedena kao protočna i derivacijska, bez ikakve mogućnosti izravnjanja voda. Ukupna instalirana snaga iznosi 7,3 MW, a prosječna proizvodnja oko 35 GW h električne energije godišnje.

Sustav HE Jaruga započinje derivacijskim zahvatom u boku malog ujezerenog dijela Krke iznad Skradinskog buka i sastoji se od ulazne građevine, tunela izdubljenog u sedri (s gravitacijskim tečenjem), betonskog (samoregulacijskog) kanala s gotovo okomitim stijenkama koji završava proširenjem u kompenzacijski bazen (vodnu komoru otvorenog tipa), razdjelne građevine i dva tlačna cjevovoda na koje se nastavlja bačvasta kućišta turbina agregata na koji su zakovičnim spojevima vezani čelični difuzori s izlazom u Krku.

U strojarnici se nalaze dvije istovjetne proizvodne jedinice (hidroagregata) s Francisovim turbinama. Konceptija agregata je

proizvodno postrojenje	HE Jaruga A i B
aktualni raspoloživi proizvodni kapacitet	7,2 MW
vodotok	Krka
tip elektrane	protočna, srednjotlačna, derivacijska hidroelektrana
tip agregata	dvije Francisove turbine
proizvod	električna energija
instalirani protok	2 × 15,5 m ³ /s
godina puštanja u pogon	1903.
spoj glavnih agregata na EES	6 kV (HEP ODS)

◀ Osnovni podaci o HE Jaruga

▼ Proizvodne jedinice u sastavu HE Jaruga

proizvodno postrojenje	priključna snaga na obračunskom mjestu, MW	tip agregata	proizvod	sliv / vodotok	godina izgradnje	godina revitalizacije	spoj na naponsku razinu, kV
HE Jaruga	7,2	-	-	-	-	-	-
agregat A	3,6	Francisova turbina	električna energija	Jadranski / Krka	1903.	2002. - 2004.	6,3
agregat B	3,6	Francisova turbina	električna energija	Jadranski / Krka	1903.	2002. - 2004.	6,3

posebna zbog toga što je kućište turbine u izvedbi 'bačva u bačvi', tako da je unutar njega 'bačva' postavljena vodoravno i zakovanim stoljetnim spojevima vezana na vanjsku 'bačvu' i difuzor turbine agregata, dok su na unutarnju 'bačvu' vezana dva turbinska radna kola (lijevo i desno) koja su na istom turbinskom vratilu. Pojedinačni instalirani protok agregata je 15,5 m³/s.

KRAKATK POKIJEŠNI PREGLED

Od izgradnje 1903., elektrana je rekonstruirana nekoliko puta: 1916., 1937., 1974., 1995. i 2002. - 2004. godine, ali je osnovna koncepcija postrojenja zadržana u izvornom obliku. Izvornu opremu iz 1903. godine proizvela je tvrtka Ganz, no već 1916. provedena je rekonstrukcija generatora i oni su prespojeni na trofazni sustav. U sljedećoj rekonstrukciji 1937. godine zadržana je jednaka koncepcija postrojenja, ali su ugrađene nove turbine proizvođača Voith. Naredna obnova generatora provedena je 1974. godine, a 1995. uslijedile su rekonstrukcije građevinskih objekata strojarne i rasklopnog postrojenja 6,3 kV, obnova i zamjena elektroinstalacija, rasvjetne, sustava upravljanja i dr.

U razdoblju 2002. - 2004. provedena je cjelovita revitalizacija proizvodnih skupina (agregata A i B), zamijenjeni su svi dotrajali dijelovi turbinske opreme na oba agregata i osuvremenjen je sustav turbinske regulacije, dok je sustav polužja sklopa privodnog aparata zadržan u izvornom obliku. Pri toj

obnovi proizvodnih jedinica povećane su snage turbina s 2,942 MW na 3,65 MW i nazivne snage generatora A i B s 4 na 4,5 MV A pa ukupna izlazna snaga elektrane danas iznosi 7,2 MW.

U elektrani je uveden i certificiran Integrirani sustav upravljanja kvalitetom, okolišem, energijom te zaštitom zdravlja i sigurnosti pri radu prema ISO 9001 : 2015, 14 001 : 2015, 50 001 : 2018 i 45 001 : 2018. Organizacijski pripada skupini Glavne elektrane Miljacka i dio je Proizvodnog područja Jug HEP Proizvodnje. Njezinom se proizvodnjom upravlja u Centru proizvodnje Dalmacije, a način rada je usko povezan s uvjetima koje određuje Nacionalni park Krka.

▼ ... i u njezinu unutrašnjost



HIDROELEKTRANA ORLOVAC



▲ Strojarnica i rasklopno postrojenje HE Orlovac iz zraka

Na rječici Maloj Rudi u mjestu Ruda, oko 13 km istočno od Sinja, nalazi se postrojenje HE Orlovac. Radi se o visokotlačnoj derivacijskoj hidroelektrani snage 237 MW koja koristi vode sliva Livanjskog polja i propušta ih u sliv rijeke Cetine u Sinjskom polju, nizvodno od HE Peruča. Građena je u razdoblju 1968. - 1972., a s radom je započela 1973. godine.

OPIS SUSTAVA

Elektrana je tehnološki spojena s hidroenergetskim sustavom akumulacijskih bazena i retencije Buško blato. Radi se o akumulacijskom jezeru volumena 800 hm³ koje se u cijelosti nalazi na području Bosne i Hercegovine. U sklopu tog sustava nalazi se i Crpna stanica Buško Blato koja upravlja vodama iz reguliranih vodotokova i dovodnih kanalnih sustava koji služe za prihvaćanje, izravnavanje i prijenos voda na Livanjskom polju i njihovo energetske iskorištavanje na konstrukcijskom padu od 380 m između Livanjskog i Sinjskog polja. Vode iz središnjeg dijela Livanjskog polja i akumulacije Buško blato dovode se u kompenzacijski bazen Lipa iz kojega se tunelom duljine 12,1 km i promjera 5,5 m dovode do vodne komore HE Orlovac.

Elektrana se sastoji od tri glavna agregata s Francisovim turbinama i sinkronim generatorima (A, B i C) pojedinačne snage 79 MW, čiji je ukupni instaliran protok 70 m³/s (3 × 23,3 m³/s), a tu je i jedan 'kućni' agregat s Peltonovom turbinom snage 1 MW. Strojarnica je smještena uz izvor Male Rude, a tu su još i upravljačka zgrada, pogonske prostorije i odvodni kanal.

ULOGA U EES-U

Prosječna proizvodnja HE Orlovac iznosi 353 000 MW h električne energije godišnje. Njezina uloga u EES-u je proizvodnja vršne energije u skladu s njegovim potrebama, dostupnim dotocima voda i mogućnosti akumulacije na razini sliva Cetine, a elektrana pruža i pomoćne usluge EES-u kao što je tercijarna regulacija. Proizvedena električna energija se u hrvatski EES predaje u 220 kV postrojenju.

S tehničkog gledišta, rad HE Orlovac i CS Buško Blato povezani su s ciljem učinkovitog korištenja voda Buškog blata, pri čemu crpna stanica ne samo što crpi vodu u sustave akumulacija Livanjske visoravni, već i proizvodi

proizvodno postrojenje	HE Orlovac A, B i C
aktualni raspoloživi proizvodni kapacitet	237 MW
sliv	Livanjskog polja
tip elektrane	akumulacijska, visokotlačna, derivacijska hidroelektrana
tip agregata	tri Francisove turbine
proizvod	<ul style="list-style-type: none"> električna energija pomoćne usluge (tercijarna regulacija)
instalirani protok	3 × 23,3 m ³ /s
godina puštanja u pogon	1973.
spoj glavnih agregata na EES	220 kV (HOPS)

◀ Osnovni podaci o HE Orlovac

▼ Proizvodne jedinice u sastavu HE Orlovac

proizvodno postrojenje	priključna snaga na obračunskom mjestu, MW	tip agregata	proizvod	sliv / vodotok	godina izgradnje	godina revitalizacije	spoj na naponsku razinu, kV
HE Orlovac	237	-	-	-	-	-	-
agregat A	79	okomiti hidroagregat	električna energija	Jadranski / Livanjsko polje i Cetina	1974.	2002. - 2004.	220
agregat B							
agregat C							

električnu energiju kada voda istječe kroz njezina postrojenja nizvodno.

Elektrana također ima uveden i certificiran Integrirani sustav upravljanja kvalitetom, okolišem, energijom te zaštitom zdravlja i sigurnosti pri radu prema ISO 9001 : 2015,

14 001 : 2015, 50 001 : 2018 i 45 001 : 2018. Organizacijski je vodeća u skupini Glavne elektrane Orlovac, u kojoj su još i HE Peruća i HE Đale i dio je Proizvodnog područja Jug, a njezinom se proizvodnjom upravlja iz Centra proizvodnje Dalmacije.

▼ Unutrašnjost strojarnice i hidroagregati



TRI DESETLJEĆA PRAĆENJA HRVATSKIH HIDROELEKTRANA U ČASOPISU EGE

Od prvog broja časopisa EGE hrvatske hidroelektrane (ali i termoelektrane) prisutne su na njegovim stranicama, a velik broj tih postrojenja u međuvremenu je i običen. Slijedi nekoliko primjera iz proteklih 30 godina.

HE Zeleni vir u srcu Gorskog kotara



HE Zavretlje, jedna od najjužnijih hrvatskih hidroelektrana



RHE Velebit, jedno od najvažnijih domaćih energetskih postrojenja



HE Zakučac s fantastičnim pogledom na ušće Cetine (doduše, u vrijeme snimanja bez novog mosta)



HE Ozalj na rijeci Kupi