

POVIJESNI RAZVOJ HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI

Carević, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:228:608488>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Professional Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE

Preddiplomski stručni studij Elektroenergetike

Marin Carević

ZAVRŠNI RAD

**POVIJESNI RAZVOJ HIDROELEKTRANA NA
RIJECI CETINI**

Split, rujan 2023.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE

Preddiplomski stručni studij Elektroenergetike

Predmet: Proizvodnja električne energije

ZAVRŠNI RAD

Kandidat: Marin Carević

Naslov rada: Povijesni razvoj hidroelektrana na rijeci Cetini

Mentor: Ivica Marušić, pred.

Split, rujan 2023.

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
SUMMARY	1
1. UVOD.....	2
2. HIDROELEKTRANE U REPUBLICI HRVATSKOJ	3
3. HIDROGEOGRAFSKA OBILJEŽJA RIJEKE CETINE	4
4. DRUŠTVENO-GOSPODARSKI RAZVOJ I GRADNJA HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI	8
5. RAZVOJ HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI	10
5.1. HE Kraljevac	14
5.2. HE Peruća	15
5.3. HE Zakućac	16
5.4. HE Orlovac	17
5.5. HE Đale	17
6. AKUMULACIJE NA RIJECI CETINI.....	18
6.1. Akumulacija Peruća.....	19
6.2. Akumulacija Prančevići.....	20
6.3. Akumulacija Buško jezero.....	21
7. ZAKLJUČAK.....	23
LITERATURA	24
POPIS SLIKA	29
POPIS TABLICA	30

SAŽETAK

POVIJESNI RAZVOJ HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI

Rijeka Cetina je krška rijeka na kojoj se nalazi pet hidroelektrana, te tri akumulacije, te predstavlja nezamjenjivu kariku hrvatskog energetskog sustava. Tema ovog rada je pregled povijesnog razvoja i gradnje hidroelektrana na rijeci Cetini, kao i na njenom slivu. Jedan od zadataka rada je povezivanje društveno-gospodarskog razvoja i gradnje hidroelektrana. Također, prikazan je i kronološki razvoj gradnje hidroelektrana i akumulacija na rijeci Cetini s osnovnim obilježjima.

Ključne riječi: proizvodnja hidroenergije, rijeka Cetina, hidroelektrane, akumulacije

SUMMARY

HISTORICAL DEVELOPMENT OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS ON THE CETINA RIVER

Cetina River is a karst river with five hydroelectric power plants and three reservoirs, and represents an irreplaceable link in the Croatian energy system. The topic of this paper is an overview of the historical development and construction of hydroelectric power plants on the Cetina River, as well as in its basin. One of the tasks of the work is to connect socio-economic development and the construction of hydroelectric power plants. Also, the chronological development of the construction of hydroelectric power plants and reservoirs on the Cetina River is presented, with basic characteristics.

Key words: hydropower production, river of Cetina, hydroelectric powerplants, accumulation

1. UVOD

U ovom radu analiziran je razvoj povijesni razvoj hidroelektrana na rijeci Cetini. Rijeka Cetina danas je hidroenergetski najiskorištenija rijeka u Republici Hrvatskoj. Prva hidroelektrana, HE Kraljevac, započela je s radom 1912. godine, dok se danas na rijeci Cetini nalazi 5 hidroelektrana.

Same fizički-geografske karakteristike Cetine, prije svega količina vode, nagib i reljefna obilježja, determinirali su Cetinu kao rijeku s tolikim brojem hidroelektrana.

S druge strane, društveno-povijesni razvoj, odnosno tehnički napredak ali i društveni tokovi, kao povezane cjeline, također su značajno utjecali na razvoj i gradnju hidroelektrana na rijeci Cetini.

Tema ovog rada je povijesni pregled razvoja, gradnje i puštanja u funkciju hidroelektrana na rijeci Cetini. Naglasak je na društvenim promjenama, prije svega demografskim i gospodarskim (ekonomskim), koje su uzročno-posljedično utjecali na hidroelektrane na rijeci Cetini.

U radu je nastojano da se kronološkim pregledom razvoja hidroelektrana na rijeci Cetini uz usporedbu s društvenim promjenama, pokuša analizirati međusobna povezanost istih.

2. HIDROELEKTRANE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Prostor Republike Hrvatske bilježi dugu tradiciju proizvodnje električne energije iz hidroelektrana. Na prijelazu iz XIX. u XX. stoljeće diljem razvijenoga svijeta, ponajprije Europe i Sjeverne Amerike, u dijelovima Hrvatske bogatim vodenim potencijalom dogodit će se velike promjene u razvoju.

Prva hidroelektrana u Republici Hrvatskoj, kao i prva u Europi, izgrađena je na rijeci Krki 1895. godine. Hidroelektrana „Jaruga“, prikazano na slici 2.1., izgrađena je ispod Skradinskog buka, snage 550 kW. Već 1903, izgrađena je i hidroelektrana Jaruga 2, snage 7,3 MW i prosječne godišnje proizvodnje 35 GWh.

Od tada se gradi veći broj hidroelektrana u Hrvatskoj, najviše u razdoblju nakon 1945. godine, te ih danas u Hrvatskoj ima 26.

Za potrebe proizvodnje električne energije većinom se koriste rijeke na području Gorske i Primorske Hrvatske, zbog većeg profila toka, a samim time većeg potencijala za proizvodnju električne energije. Od 26 hidroelektrana u Republici Hrvatskoj, 23 se nalaze na području Gorske i Primorske Hrvatske (88 %), a tek 3 na području Nizinske Hrvatske (3 %).

Hidroelektrane u Hrvatskoj elektroprivredi (HEP) su podijeljene u četiri proizvodna područja: PP HE Sjever, PP HE Zapad, PP HE Jug i PP HE Dubrovnik.

Hidroelektrane sudjeluju s 25 % u strukturi udjela izvora električne energije, a slijede je termoelektrane s 23 % i nuklearne elektrane (NE Krško) s 14 %.



Slika 2.1. HE Jaruga na rijeci Krki

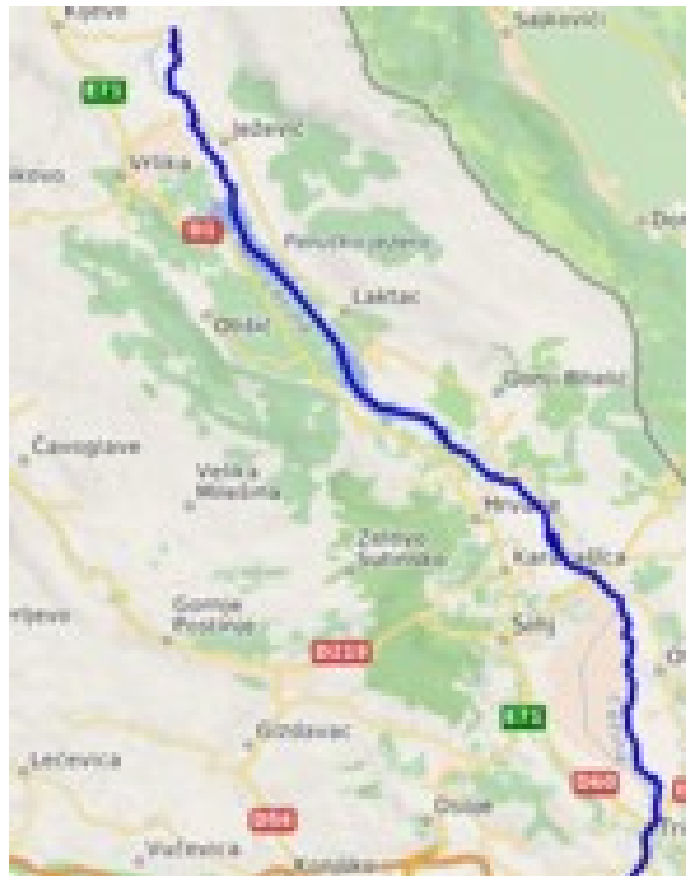
Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.09.2023.]

3. HIDROGEOGRAFSKA OBILJEŽJA RIJEKE CETINE

Rijeka Cetina je 105 kilometara duga krška rijeka, s izvorišnim područjem u podnožju planine Dinare na 380 metara nadmorske visine, te ušćem u Jadransko more u gradu Omišu.

Izvorišno područje tvori pet izvora, od kojih su najpoznatiji izvor Glavaš, a uz njega se još nalaze Vukovića Vrelo, Kotluša, Veliko vrelo i Malo vrelo.

Svojim tokom, prikazano na slici 3.1. rijeka Cetina prolazi kroz prostor polja u kršu, krških zaravni, riječnih dolina i rijeka. Na svojem toku, od izvora do ušća, rijeka Cetina ima veliko značenje za širi okolni prostor, koje su ogleda u opskrbi vodom, važnosti za poljoprivredu, energetiku, živi svijet, a u posljednjim desetljećima i turističkoj vrijednosti (rafting i ostali sportovi).



Slika 3.1. Kartografski prikaz toka rijeke Cetine

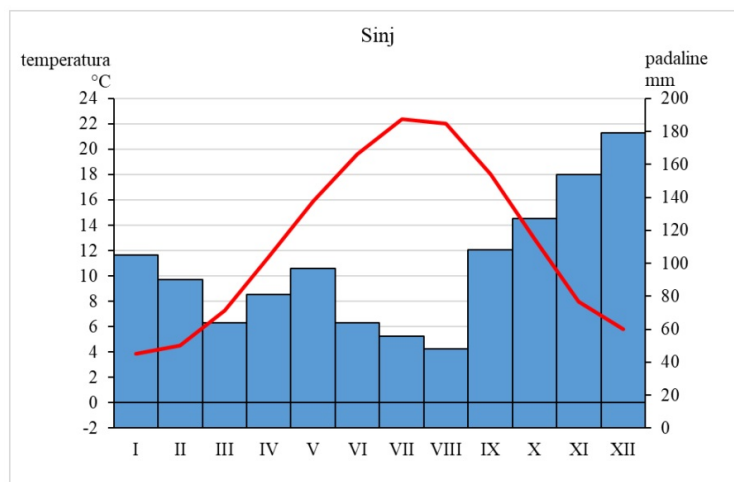
Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.09.2023.]

Zanimljivo je da prema nekim istraživanjima rijeka Cetina (stanica Han), pripada ni peripanonskome ni panonskom prostoru. Njen prirodni režim izmijenjen je znatnim ljudskim intervencijama, odnosno izgradnjom većih hidroenergetskih sustava u drugoj polovini 20. stoljeća, pa se može smatrati i posebnom rijekom s antropogeno izmijenjam režimima. (čanjevac).

Što se tiče jedne od najvažnijih karakteristika rijeke u gospodarskom iskorištavanju, rijeka Cetina ima sredozemni kišno-snježni režim, prikazano na slici 3.2..

Taj tip karakterističan je za 22% analiziranih stanica koje se većim dijelom nalaze na tekućicama što pripadaju slijevu Jadranskoga mora. To su rijeke Cetina (stanice Blato na Cetini nizvodno i Tisne Stine), Vrljika, Jadro, Ombla, Krka (Skradinski buk gornji), Zrmanja (stanice Ervenik i Jankovića buk), ličke tekućice Lika i Novčica, istarske rijeke Mirna i Pazinčica te Rječina. Tomu tipu pripadaju i dvije rijeke crnomorskoga slijeva, (Donja) Dobra (stanice Stative Donje i Trošmarija) i Korana (Slunj uzvodni). Njihova poriječja uglavnom su pod maritimnim utjecajem (klime Csa i Cfa prema Köppenovoj klasifikaciji), a prihranjuju se većim ili manjim dijelom i iz gorskog i visokogorskog prostora sa snježno-šumskom klimom (tipovi D). Uz to je dio porječja rijeka na visoravnima Like i susjedne Bosne i Hercegovine. Zajednička im je značajka maritimni pluviometrijski režim.

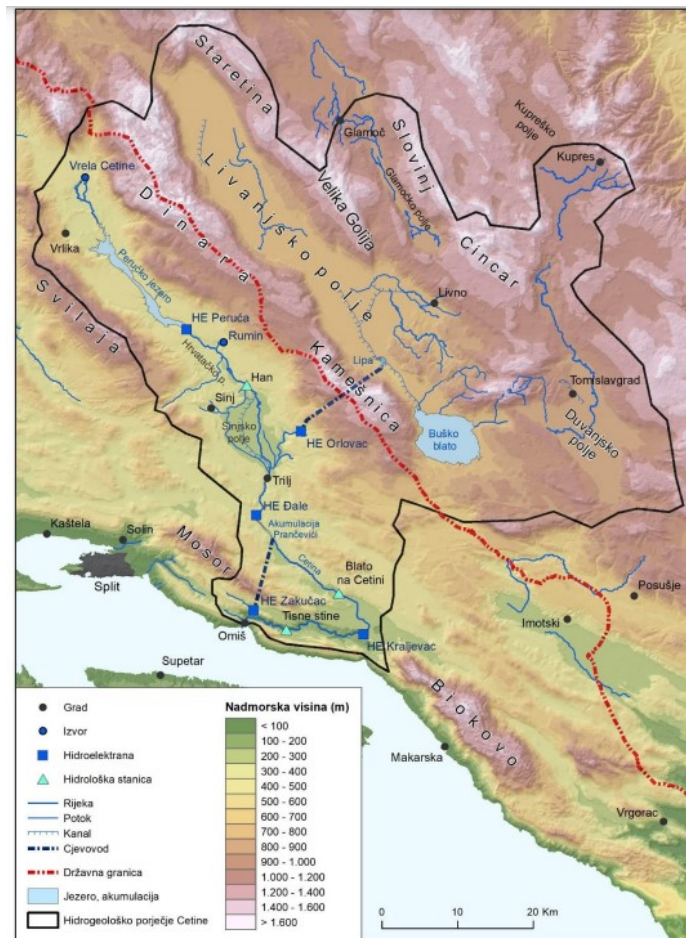
Cetinom protječe mnogo više vode nego što bi se očekivalo s obzirom na količinu padalina na orografskom slivu Cetine.



Slika 3.2. Klimatski dijagram Sinja

Izvor: Jaguš, I.: *Hidrogeografska obilježja rijeke Cetine*, završni rad, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 2019.

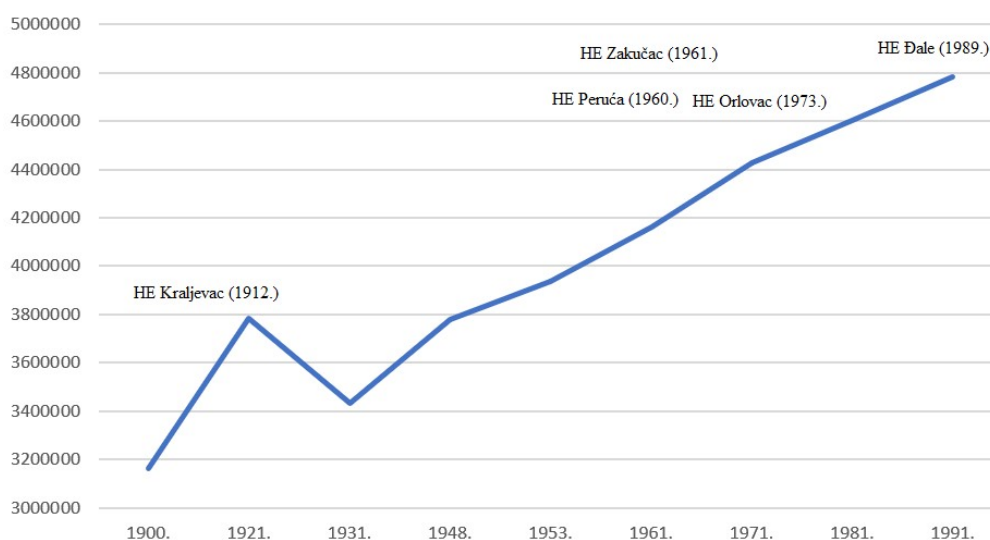
Stoga je jasno da rijeka Cetina veliku količinu svoje vode dobiva podzemnim, krškim vezama. Cetina glavninu svojih voda dobiva s polja u kršu jugozapadne Bosne, prikazano na slici 3.3. (Livanjsko, Duvanjsko, te djelomično s Glamočkog polja i Kupreškog polja.



Slika 3.3. Hidrogeološko porječje Cetine određeno prema Provedbenom planu obrane od poplava (2014) [2]

4. DRUŠTVENO-GOSPODARSKI RAZVOJ I GRADNJA HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI

Gospodarski, demografski, i društveni razvoj, dijelom je uvjetovao i gradnju hidroelektrana. Potrebe za električnom energijom konstantno je rasla nakon 1945. godine. Glavni uzroci su bili industrijalizacija, doseljavanje stanovništva u gradove (urbanizacija), prikazano na slici 4.1., ali i tehnološki napredak (dostupnost električnih uređaja, elektrifikacija).

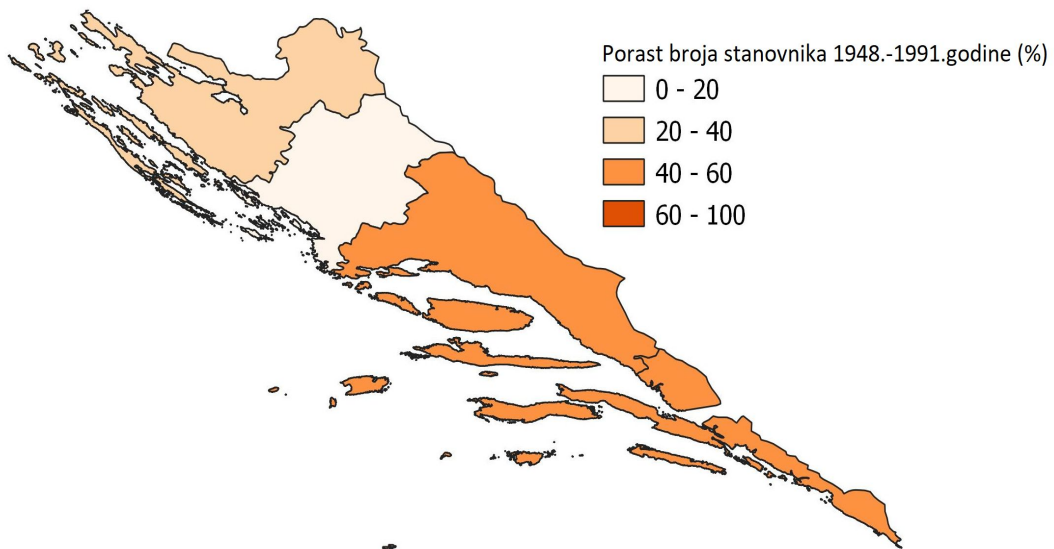


Slika 4.1. Kretanje broja stanovnika Hrvatske i godina izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini [4]

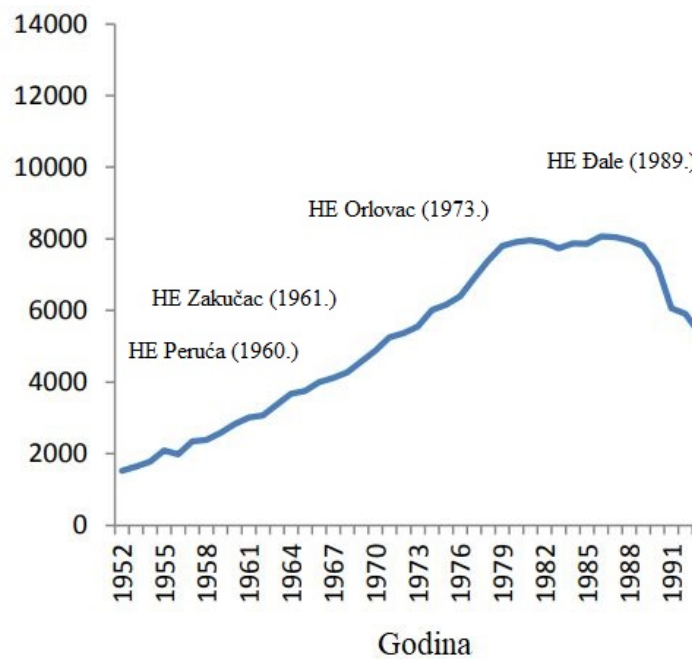
Društveni proizvod naglo je počeo rasti 1953. godine i bio je relativno visok sve do 1979. godine, u tom razdoblju izgrađeno je 3 od 5 hidroelektrana na slijevu Cetine.

Sve je navedeno pratio i konstantan porast stanovništva od 1948. do 1991. godine, prikazano na slici 4.2.. Svakako valja nadodati i tehnološki napredak i elektrifikaciju. U navedenom razdoblju dolazi do dostupnosti brojnih kućanskih uređaja širem sloju stanovništva, a posljedično i povećanom potrebom za električnom energijom.

Urbanizacija je jedan od procesa koji je utjecao na povećanje proizvodnje električne energije. Sam pojam označava doseljavanje stanovništva u gradove i posljedično rast gradova, ali i širenje gradskog načina života na selo. Od 1961. godine do 1981. godine broj gradova u Hrvatskoj je narastao sa 70 na 214.



Slika 4.2. Porast broja stanovnika od 1948. do 1991. godine u županijama na području Dalmacije [5]



Slika 4.3. Kretanje bruto društvenog proizvoda Hrvatske po stanovniku u dolarima iz 2011. od 1952. do 1991. i godina izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini

Izvor: Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550>
[pristup 05.09.2023.]

Iz navedenih grafova je vidljivo da je u vrijeme porasta broja stanovnika i rasta bruto društvenog proizvoda prikazano na slici 4.3., došlo i do izgradnje i puštanja u pogon najvećeg broja hidroelektrana na rijeci Cetini, a ujedno su i to bili najveći infrastrukturni projekti (bušenje tunela, izgradnja brana, elektrane velike instalirane snage).

S jedne strane ukazala se velika i nagla potreba za električnom energijom, ali je ujedno i sam razvoj s jedne strane omogućio gradnju i puštanje u rad velikih energetske projekata.

5. RAZVOJ HIDROELEKTRANA NA RIJECI CETINI

Još od samih početaka 20. stoljeća i pojave električne energije, odmah je uočen potencijal rijeke Cetine. Prva hidroelektrana na rijeci Cetini je HE Kraljevac, izgrađena 1912. godine za potrebe tvornice karbida u Dugom Ratu. Od tada, na rijeci Cetini sagrađeno je i pušteno u pogon 6 hidroelektrana prikazano na slici 5.1., kao i dva akumulacijska jezera, Peruća i Prančevići, te na slijevu Cetine Buško jezero.

Najveći broj hidroelektrana sagrađen je u drugoj polovici 20. stoljeća (tablica 5.1.), posebno u 60-im i 70-im godinama spomenutog stoljeća. Nakon HE Kraljevac sagrađena je HE Peruća 1960. godine, zatim HE Zakućac 1961. godine (prva faza 2 x 108 MW). 1973. godine puštena je u rad HE Orlovac, 1980. godine puštena je u pogon druga faze HE Zakućac (2x125 MW), a 1989. godine HE Đale. U periodu od 2012. do 2017. godine izvršena je revitalizacija HE Zakućac i povećana snaga sa 486 MW na 576 MW (4x144 MW). 2017. godine sagrađena je MHE Prančevići.

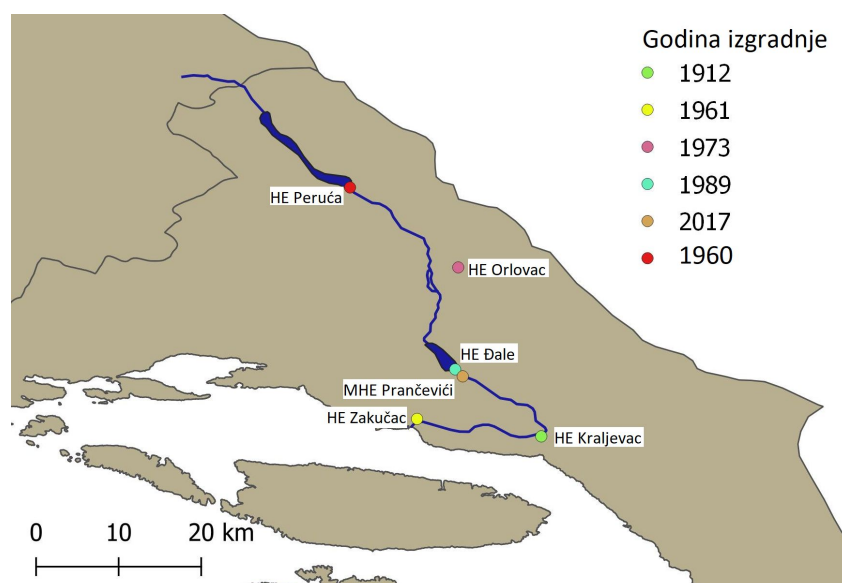
Akumulacije sagrađene na rijeci Cetini su akumulacija Peruća, akumulacija Prančevići i akumulacija Buško jezero (slika 5.2.). Akumulacija Buško jezero nije sagrađena na rijeci Cetini ali se njene vode preko HE Orlova i rijeke Rude u gradu Trilju ulijevaju u rijeku Cetinu. Akumulacija Peruća spada u treće po veličini jezero u Hrvatskoj, a brana je sagrađena 1960. godine. Akumulacija Buško nalazi se na području Bosne i Hercegovine, ali na slijevu rijeke Cetine, od koje je orografski odijeljeno masivom planine Kamešnice. Buško jezero sagrađeno je početkom 1970-ih.

Akumulacija Prančevići sagrađena je 1961. godine, za potrebe HE Zakućac. Rijeka Cetina zajedno s vodotocima svog šireg slijeva ima energetske potencijal od cca 3,5 milijarde kWh.

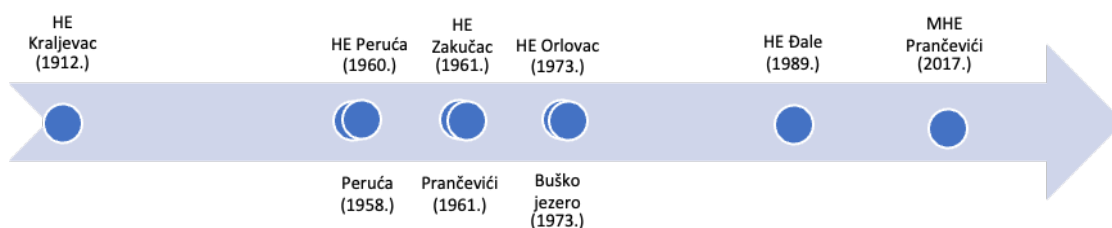
Najveći dio energetskeg potencijala rijeke Cetine koncentriran je u donjem toku nizvodno od Sinjskog polja. [1]

Tablica 5.1. Hidroelektrane na rijeci Cetini i godina izgradnje [1]

Hidroelektrana	Godina
Kraljevac	1912.
Peruća	1960.
Zakućac	1961./1980./2017.
Orlovac	1973.
Đale	1989.
Prančevići	2017.



Slika 5.1. Godina izgradnje i smještaj hidroelektrana na rijeci Cetini



Slika 5.2. Vremenska crta izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini

Prema analizi vremenske crte prikazano na slici 5.2., vidljivo je da su najveći infrastrukturni zahvati na rijeci Cetini provedeni u razdoblju 60-ih i 70-ih godina 20. stoljeća. Uz hidroelektrane tada izgrađene, koje su najvećih snaga na rijeci Cetini, u tom razdoblju izgrađene su i akumulacije na toku i slivu rijeke Cetine kako se vidi u tablicama 5.2. i 5.3..

Na rijeci Cetini nalazi se 5 tipova hidroelektrana. Dvije najsnažnije hidroelektrane, HE Zakučac i HE Orlovac, pripadaju istom tipu, akumulacijsko visokotlačnim derivacijskim elektranama. Najstarija elektrana na rijeci Cetini, HE Kraljevac, pripada tipu visokotlačna derivacijska elektrana prikazano na slici 5.3..

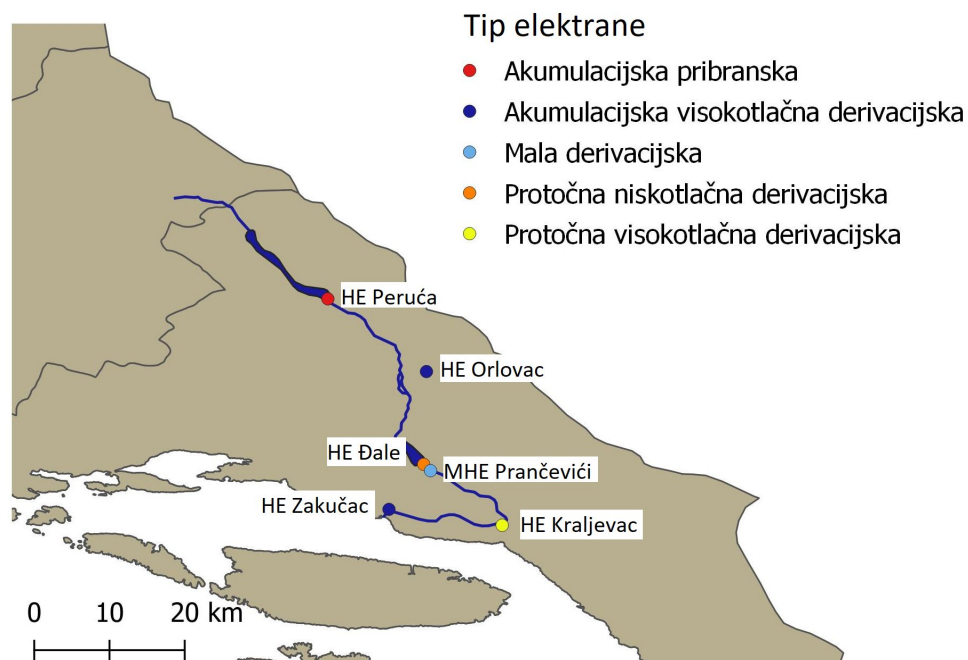
Iz prikazane slike 5.5., vidljivo je konstantno povećanje ukupne instalirane snage hidroelektrana na rijeci Cetini. Navedeno je posljedica gradnje hidroelektrana, ali i unaprjeđenja rada kroz različite zahvate (revitalizacija, modernizacija) gotovo svih hidroelektrana.

Tablica 5.2. Akumulacije na slivu Cetine [1]

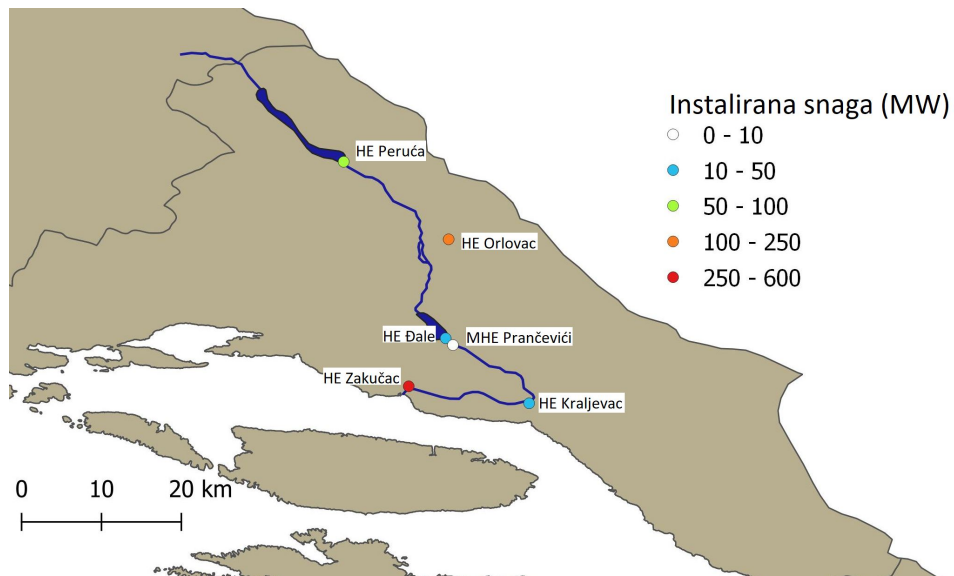
Akumulacija	Godina
Peručko jezero	1958.
Prančevići	1961.
Buško blato	1973.

Tablica 5.3. Hidroelektrane prema tipu na rijeci Cetini [1]

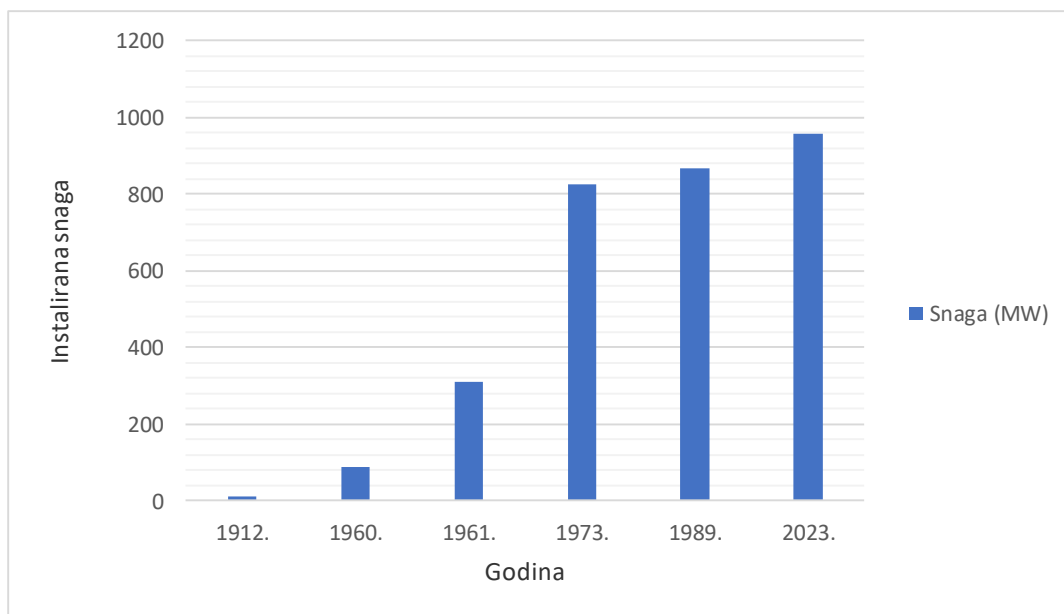
Hidroelektrana	Tip elektrane
Kraljevac	Protočna visokotlačna derivacijska
Zakućac	Akumulacijska visokotlačna derivacijska
Đale	Protočna niskotlačna derivacijska
Peruća	Akumulacijska pribranska
Orlovac	Akumulacijska visokotlačna derivacijska
Prančevići	Mala derivacijska



Slika 5.3. Tip i smještaj hidroelektrana na rijeci Cetini



Slika 5.4. Hidroelektrane prema instaliranoj snazi i prostornom razmještaju.



Slika 5.5. Kumulativni prikaz ukupne instalirane snage svih hidroelektrana na Cetini prema godini izgradnje svake hidroelektrane

5.1. HE Kraljevac

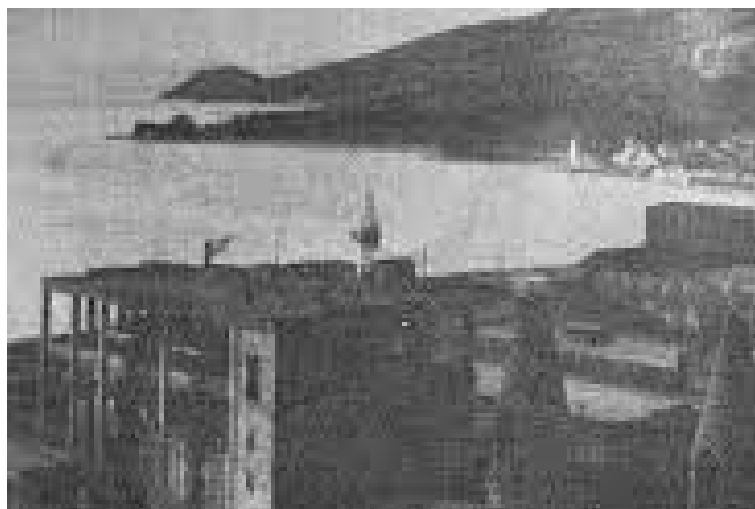
Najstarija hidroelektrana na rijeci Cetini prikazano na slici 5.6., započela s radom 1912. godine, s dva agregata instalirane snage po 12,8 MW. Izgrađena je za potrebe tvornice karbida u Dugom Ratu prikazano na slici 5.7., a kasnije su u njeno opskrbno područje ulaze Split i Omiš. Iako krajem 30ih godina 20. stoljeća jedna od najznačajnijih hidroelektrana u ovom dijelu Europe, kasnijom izgradnjom suvremenijih elektrana na rijeci Cetini (HE Zakučac, HE Orlovac, HE Peruća), njen značaj opada.

Danas HE Kraljevac spada u protočne visokotlačne derivacijske elektrane, snage 46,4 MW.



Slika 5.6. HE Kraljevac

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 25.08.2023.]



Slika 5.7. Tvornica karbida u Dugom Ratu 1914. godine [7]

5.2. HE Peruća

Prva akumulacija na rijeci Cetini je izgradnja brane i stvaranje jezera Peruća prikazano na slici 5.8.. Brana visine 65 metara izgrađena je 1958. godine, između sela Satrić i Gornji Bitelić. Namjena izgradnje je regulacija količina voda za rad hidroelektrane tijekom sušnog razdoblja godine, te regulacija voda u kišnom razdoblju godine koje su utjecale na poplave u Hrvatačkome i Sinjskom polju.

HE Peruća je 1960. godine puštena u rad netom nakon izgradnje akumulacije, s dva agregata snage 20,8 MW.

Područje brane je okupirano 1991. godine za vrijeme Domovinskog rata, te je oslobođeno u siječnju 1993. godine. Tom prilikom, uslijed eksplozije, došlo je do teškog oštećenja brane, te je cijelo postrojenje bilo potopljeno. Brana je obnovljena i sanirana do 1995. godine. Od 2002. do 2008. HE Peruća je revitalizirana i povećana je snaga agregata s 20,8 MW na 30,6 MW.

Danas je HE Peruća elektrana akumulacijskog pribranskog tipa, a instalirana snaga iznosi 61,2 MW.



Slika 5.8. HE Peruća

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.09.2023.]

5.3. HE Zakučac

HE Zakučac prikazano na slici 5.9., je građena u dvije faze. U prvoj fazi izgradnje (1961./1962.g.) ugrađene su dvije proizvodne jedinice nazivne snage po 108 MW. U drugoj etapi izgradnje (1979./1980. g.) ugrađene su dvije proizvodne jedinice nazivne snage po 138,3 MW te generatorima nazivne radne snage po 135 MW.

U periodu od 2012. do 2017. godine izvršena je revitalizacija HE Zakučac i povećana snaga sa 486 MW na 576 MW (4x144 MW). Ugrađene su po četiri nove turbine, generatora i blok transformatora, te zamijenjena kompletna upravljačka oprema i oprema pomoćnih pogona.

Rad HE Zakučac dinamički je povezano s dvije akumulacije, jezerom Peruča i Buškim blatom.

Od akumulacije Prančevići vode dva paralelna dovodna tunela promjera oko 6 metara i duljine nešto manje od 10 kilometara, do HE Zakučac.

HE Zakučac je akumulacijska visokotlačna derivacijska elektrana, instalirane snage 576 MW, te je najveća hidroelektrana u Hrvatskoj.



Slika 5.9. HE Zakučac

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.08.2023.]

5.4. HE Orlovac

Izgrađena je u razdoblju od 1968. do 1972. godine, a s radom je započela 1973. godine. Smještena je u podnožju Kamešnice prikazano na slici 5.10., gdje se vode sliva Livanjskog polja puštaju u sliv rijeke Cetine kroz 12 kilometara dug tunel, iz kompenzacijskog bazena Lipa do HE Orlovac. U 1 sklopu sustava je Crpna stanica (CS) Buško Blato, koja upotrebljava regulirane vodotoke i dovodne kanalske sustave koji služe za prihvaćanje, izravnjanje i transport voda na Livanjskom polje te njihovo energetske korištenje na konstruktivnom padu od oko 380 m između Livanjskog i Sinjskog polja.

Danas je HE Orlovac elektrana akumulacijsko visokotlačno derivacijski tip elektrane, snage 237 MW, a elektroenergetskom sustavu koristi se za proizvodnju vršne energije u skladu s potrebama sustava.



Slika 5.10. HE Orlovac

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.08.2023.]

5.5. HE Đale

HE Đale prikazano na slici 5.11. puštena je u pogon 1989. godine, a strojarnica je izgrađena u gravitacijskoj brani Đale. Za rad koristi energetske potencijal pada vode od između Sinjskog polja i umjetnog jezera Prančevići (21 m razlike). Nakon što se iskoristi u HE Đale, akumulirana voda propušta se koritom rijeke Cetine prema HE Zakućac.

Danas HE Đale ima instaliranu snagu od 40,8 MW, a pripada protočnom niskotlačnom derivacijskom tipu elektrane. Radom utječe na bolje korištenje voda u donjem toku Cetine.

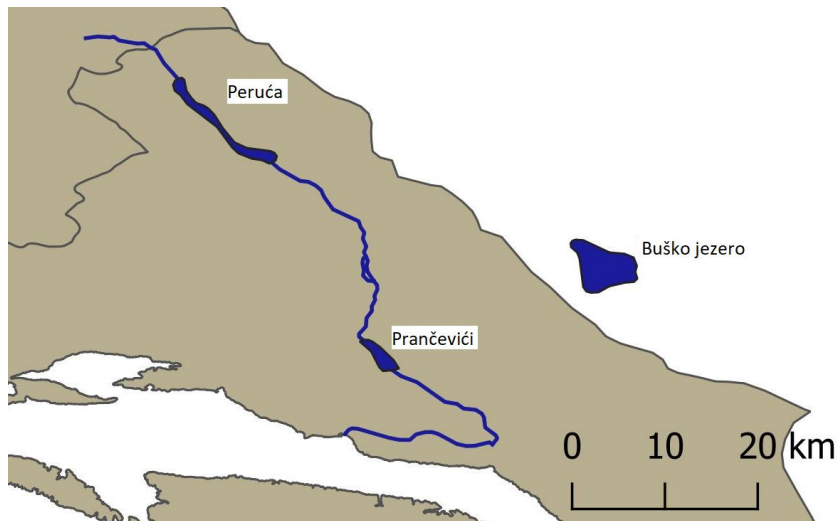


Slika 5.11. HE Đale

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.08.2023.]

6. AKUMULACIJE NA RIJECI CETINI

Na rijeci Cetini nalaze se dva akumulacijska jezera, Peruća i Prančevići. Na slijevju Cetine nalazi se i akumulacijsko jezero Buško jezero, koje se nalazi na teritoriju susjedne Bosne i Hercegovine prikazano na slici 6.1..



Slika 6.1. Akumulacije na Cetini (u slijevju Cetine)

Površinom i zapreminom (tablica 5.1.), najveća akumulacija na slijevju Cetine je Buško jezero, zatim Peruća te Prančevići.

Tablica 5.1. Zapremina i površina akumulacija na rijeci Cetini [1]

Akumulacija	Zapremina (milijuna m ³)	Površina (km ²)
Peruća	565	13
Prančevići	6,8	0,496
Buško jezero	800	57

6.1. Akumulacija Peruća

Područje za izgradnju akumulacije Peruća prikazano na slici 6.2. bilo je orografski izrazito povoljno. Geološka osnova je zapravo tipična za brojna polja u kršu, koja se sastoje rubova polja koje gradi propusni vapnenci, te podloge polja koju tvori nepropusne podloge (fliš, škriljevci).

Duljina jezera iznosi oko 15 kilometara, a prosječna širina oko 1 kilometra. Prosječna dubina je 20 do 30 metara, a maksimalna 55 metara.

Izgradnjom akumulacije Peruća, regulirane su poplave na području Cetine nizvodno od same brane, posebno na području Hrvatačkog polja.

Postignuta je i mnogo veća sigurnost u snabdijevanju potrošača električnom energijom.

Sama brana sagrađena je 1958. godine na suženju između sela Satrić i Bitelić. Brana je visoka 65 metara, te je u vrijeme izgradnje predstavljala značajan građevinski pothvat.

Osim za regulaciju toka rijeke Cetine i potreba za proizvodnju hidroenergije, u današnje vrijeme akumulacija predstavlja i dodatnu vrijednost u turističkom i rekreativnom pogledu, te predstavlja bitan resurs u razvoju područja oko akumulacije, posebno na području grada Vrlike.



Slika 6.2. Akumulacija Peruća

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 15.08.2023.]

6.2. Akumulacija Prančevići

Izgradnja akumulacije Prančevići dovršena je 1961. godine, te je formirano protočno akumulacijsko jezero kao kompenzacijski bazen za potrebe hidroelektrane Zakućac. Jezero je izduženog oblika, dugačko oko 5 kilometara i široko prosječno 100 metara.

Jezero ima oscilacije vodostaja i do 10 metara, tako da se volumen jezera značajno smanjuje, dok je površina, zbog oblika okolnog reljefa, uvijek blizu približnih vrijednosti. Dnevne oscilacije vodostaja u pravilu iznos od 1 do 2 metra prikazano na slici 6.3..

Samo jezero povezano je sustavom tunela čiji se ulaz nalazi uz samo branu, promjera 6,1 i 6,5 metara, duljine nešto manje od 10 kilometara, do hidroelektrane Zakučac. Visinska razlika iznosi 213 metara.

U samoj brani 1989. godine izgrađena je i hidroelektrana Đale, koja koristi već regulirane vode, snage 40,8 MW.



Slika 6.3. Akumulacija Prančevići

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.08.2023.]

6.3. Akumulacija Buško jezero

Iako se ne nalazi na samoj rijeci Cetini, Buško jezero se nalazi na slijevu Cetine, te predstavlja dio sustava proizvodnje električne energije u sustavu Cetine prikazano na slici 6.4.. Buško jezero, ili po drugom nazivu Buško blato, akumulacija je na slijevu rijeke Cetine površine 57 km² i zapremine od 800 milijuna m³ vode, te se nalazi na 716 metara nadmorske visine. Dužina jezera iznosi 13,5 kilometara, a širina oko 7,2 kilometra. Dubina je do 16 metara.

Nastalo je 1972. godine pregrađivanjem ponora i potapanjem jugoistočnog kraja Livanjskog polja. Izgrađeno je potrebe reguliranja voda i rada hidroelektrane Orlovac. U vrijeme izgradnje, predstavljalo je jednu od najvećih akumulacija u Europi.

Jezero je povezano s hidroelektranom Orlovac tunelom dužine 12.100 metara kroz masiv Kamešnice prikazano na slici 6.5..

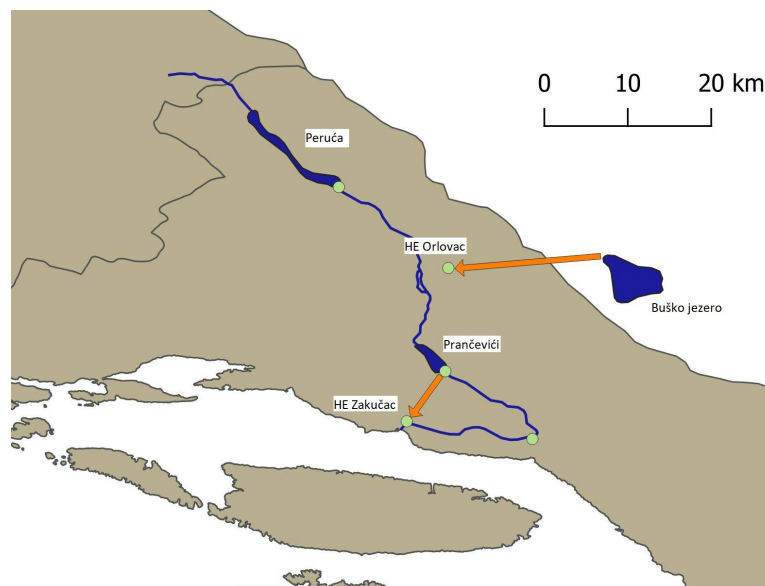
Za razliku od geološke podloge akumulacije Peruća, podlogu Buškog jezera karakterizira veliki broj krških ponora, te su samim time i gubici vode veći.

Osim za potrebe regulacije voda i proizvodnje električne energije, danas Buško jezero postaje i turistički potencijal, posebno za područje Livna i Tomislavgrada.



Slika 6.4. Buško jezero

Izvor: <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-jug/he-jaruga/1550> [pristup 01.08.2023.]



Slika 6.5. Povezanost akumulacija i hidroelektrana cjevovodima

7. ZAKLJUČAK

Rijeka Cetina spada u energetske iznimno bitne rijeke, čemu u prilog govori i 6 hidroelektrana na području 105 kilometara toka. U radu je analiziran razvoj hidroelektrana, s naglaskom na društveni razvoj i promjene, te odnos istih i dinamike gradnje hidroelektrana.

Iz navedenog se može zaključiti da je najveći dio hidroelektrana na rijeci Cetini sagrađen nakon 1950. godine, odnosno u razdoblju 1950.-1980. godine. Navedeno razdoblje poklapa se s porastom broja stanovnika, visokom industrijalizacijom, gospodarskim rastom, urbanizacijom i općenito društveno-gospodarskim razvojem.

Osim navedenog, u radu su prikazane i opisane osnovne karakteristike hidroelektrana, godina izgradnje, tip elektrane, snaga i prostorni razmještaj.

Hidroelektrane na rijeci Cetini su iznimno važne za hrvatski energetske sustav, te bi svi budući zahvati i planovi trebali težiti očuvanju i održivosti istih, s ciljem stabilnosti energetske sustava u cjelini.

LITERATURA

- [1] Akumulacija i hidroelektrana Peruća, Dalmatinske hidroelektrane Split, 1960.
- [2] Pavlek, K.: *Recentne geomorfološke promjene korita rijeke Cetine*, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 2019.
- [3] Mandić, I.: *Društveno-ekonomski razvoj i zaposlenost*, Ekonomski vjesnik: Review of contemporary entrepreneurship, business, and economic issues, Vol. II, No.1, 1989, 107 – 116
- [4] Baučić, I.: *Cetina - razvoj reljefa i cirkulacija vode u kršu*, Acta geographica Croatica, Vol. 6 No. 1, 1967., 5 – 167
- [5] Crkvenčić, I.: *Elektroenergetske prilike u Hrvatskoj*, Hrvatski geografski glasnik, Vol. 14-15, No.1, 1952., 123 – 129
- [6] Čanjevac, I.: *Tipologija protočnih režima Rijeka u Hrvatskoj*, hrvatski geografski glasnik, 75/1, 2013, 23 – 42
- [7] Glamuzina, M.; Glamuzina, N.: *Promjene u biološkoj i ekonomskoj strukturi stanovništva Južne Hrvatske (Dalmacije) od 1948. do 1991. godine*, GeoAdria, Vol.1, 1996, 17-34
- [8] Habeković, D.: *Ihtiofauna akumulacijskog jezera Prančevići na rijeci Cetini*, Ribarstvo, 48, 1993., 125 – 135
- [9] Jagušć, I.: *Hidrogeografska obilježja rijeke Cetine*, završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Završni rad, 2019.
- [10] Malić, A.: *Urbanizacija i infrastrukturna opremljenost sela u Hrvatskoj*, Sociologija i prostor: časopis za istraživanje prostornoga i sociokulturnog razvoja , No. 79-81, 1983., 139 – 150

- [11] Marko, S.; Debeljak, Lj.; Bralić, V.; Sabioncello I.: *Limnološke karakteristike akumulacije Peruća*, Croatian journal of Fisheries: Ribarstvo, Vol. 32 No.2, 1968., 38 – 44
- [12] Paladino, Z.: *Projekti Lavoslava Horvata u području energetskih građevina*, Građevinar, Vol. 63 No. 11, 961 – 969
- [13] Skupina autora: *Stoljeće hrvatske elektroprivrede*, Zagreb, Hrvatska elektroprivreda, 1995

POPIS SLIKA

Slika 2.1. HE Jaruga na rijeci Krki.....	3
Slika 3.1. Kartografski prikaz toka rijeke Cetine	4
Slika 3.2. Klimatski dijagram Sinja	5
Slika 3.3. Hidrogeološko porječje Cetine određeno prema Provedbenom planu obrane od poplava (2014).....	6
Slika 4.1. Kretanje broja stanovnika Hrvatske i godina izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini	7
Slika 4.2. Porast broja stanovnika od 1948. do 1991. godine u županijama na području Dalmacije	8
Slika 4.3. Kretanje bruto društvenog proizvoda Hrvatske po stanovniku u dolarima iz 2011. od 1952. do 1991. i godina izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini	8
Slika 5.1. Godina izgradnje i smještaj hidroelektrana na rijeci Cetini.....	11
Slika 5.2. Vremenska crta izgradnje hidroelektrana na rijeci Cetini	11
Slika 5.3. Tip i smještaj hidroelektrana na rijeci Cetini	12
Slika 5.4. Hidroelektrane prema instaliranoj snazi i prostornom razmješčaju	13
Slika 5.5. Kumulativni prikaz ukupne instalirane snage svih hidroelektrana na Cetini prema godini izgradnje svake hidroelektrane	13
Slika 5.6. HE Kraljevac.....	14
Slika 5.7. Tvornica karbida u Dugom Ratu 1914. godine.....	14
Slika 5.8. HE Peruća	15
Slika 5.9. HE Zakučac.....	16
Slika 5.10. HE Orlovac	17
Slika 5.11. HE Đale.....	18
Slika 6.1. Akumulacije na Cetini (u slijevu Cetine).....	19
Slika 6.2. Akumulacija Peruća	20
Slika 6.3. Akumulacija Prančevići	21
Slika 6.4. Buško jezero	22
Slika 6.5. Povezanost akumulacija i hidroelektrana cjevovodima	22

POPIS TABLICA

Tablica 5.1. Hidroelektrane na rijeci Cetini i godina izgradnje.....	10
Tablica 5.2. Akumulacije na slivu Cetine.....	12
Tablica 5.3. Hidroelektrane prema tipu na rijeci Cetini.....	12
Tablica 6.1. Zapremina i površina akumulacija na rijeci Cetini	19