

Hidrogeografska obilježja rijeke Cetine

Jagušt, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:187761>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Ivan Jaguš

Hidrogeografska obilježja rijeke Cetine

Prvostupnički rad

Mentor: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Ocjena: _____

Potpis: _____

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Prvostupnički rad

Hidrogeografska obilježja rijeke Cetine

Ivan Jaguš

Izvadak: Rijeka Cetina najreprezentativnija je krška rijeka u Hrvatskoj. Obilježava ju velika površina hidrogeološkog porječja koje prelazi državne granice, te obuhvaća velika polja u kršu jugozapadne Bosne. Na površini preko 4000 km² javljaju se različite reljefne cjeline, od planina, polja u kršu do kanjona. Podzemnim otjecanjem vode u tok rijeke stvara se veliki hidropotencijal koji je dobro iskorišten gradnjom niza hidroenergetskih objekata. Posljednjih godina područje toka Cetine postaje i prepoznatljiva turistička destinacija. Međutim, pretjerano gospodarsko iskorištavanje rijeke predstavlja prijetnju. Stoga je nužno donošenje planova odgovornog i održivog gospodarenja vodom. Cilj je ovog rada predstaviti hidrogeografska obilježja rijeke Cetine, počevši od hidromorfoloških i hidroloških karakteristika do gospodarskih značajki.

28 stranica, 10 grafičkih priloga, 3 tablica, 17 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: rijeka Cetina, krš, hidrologija, hidroenergija, turizam

Voditelj: doc. dr. sc. Ivan Čanjevac

Tema prihvaćena: 7. 2. 2019.

Datum obrane: 20. 9. 2019.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Undergraduate Thesis

Hydrogeographical characteristics of the Cetina River

Ivan Jagušt

Abstract: The Cetina River is the most representative karstic river in Croatia. It is characterized by a large hydrogeological watershed that crosses national borders, and includes large karstic fields of southwestern Bosnia. On the surface of over 4000 km² different relief units occur, from mountains, karstic fields to a canyon. Underground runoff into the Cetina stream creates a large hydro potential that is well utilized by the construction of a number of hydropower facilities. In recent years, the Cetina stream area has become a recognizable tourist destination. However, excessive economic exploitation of the river poses a threat. Therefore, it is necessary to adopt plans for responsible and sustainable water management. The aim of this paper is to present the hydrogeographic features of the Cetina River, starting from hydro-morphological and hydrological characteristics to economic features.

28 pages, 10 figures, 3 tables, 17 references; original in Croatian

Keywords: Cetina River, karst, hydrology, hydropower, tourism

Supervisor: Ivan Čanjevac, PhD, Assistant Professor

Undergraduate Thesis title accepted: 07/02/2019

Undergraduate Thesis defense: 20/09/2019

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. FIZIČKO-GEOGRAFSKA OBILJEŽJA PORJEČJA CETINE.....	2
2.1. GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA PORJEČJA CETINE	5
2.2. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE RIJEKE CETINE	12
3. GOSPODARSKO ZNAČENJE RIJEKE CETINE.....	15
3.1. HIDROENERGETSKO ISKORIŠTAVANJE CETINE	19
3.2. TURISTIČKE POSEBNOSTI CETINSKOG KRAJA.....	22
3.3. ZAŠTITA PORJEČJA CETINE	24
4. ZAKLJUČAK	25
5. LITERATURA.....	26
6. IZVORI	28

1. UVOD

Rijeka Cetina najdulja je rijeka Primorske Hrvatske, te je među najreprezentativnijim krškim tekućicama. Svojim 105 kilometara dugim tokom (Bonacci i Roje-Bonacci, 2011; Prskalo i Žužul, 2019), Cetina prolazi kroz i preoblikuje razne reljefne oblike, osigurava povoljne uvjete za naseljavanje uz svoje obale, te ima visoki potencijal za raznovrsno gospodarsko iskorištavanje. Vrela ili izvori Cetine nalaze se u podnožju Dinare na nadmorskoj visini od 380 metara. Ukupno ih je pet i uzlaznog su tipa. Veliko „vrilo“ ili Glavaš glavni je izvor Cetine i potopljeni speleološki objekt dubok preko 150 metara (Zwicker i dr., 2008). Tok rijeke na kojoj je sagrađeno pet hidroelektrana završava ušćem u Jadransko more u gradu Omišu. Na ušću u rijeku Cetinu napaja podmorski izvor Vrulja (Prskalo i Žužul, 2019).

Najveća hidrografska posebnost Cetine izrazita je razlika između količine padalina na površinskom dijelu toka i veličine prosječnih protoka, što upućuje na znatno pritjecanje vode podzemnim putem iz udaljenijih krajeva krškog zaleđa (Baučić, 1967). Tipično je za krške rijeke da osim površinskog otjecanja dolazi i do gibanja vode u podzemlju, zbog čega se topografska razvodnica (na površini) rijetko poklapa s hidrogeološkom razvodnicom (u podzemlju). Podzemno je otjecanje problematično u pogledu da se ono zbog zamršenosti kretanja vode teško može točno odrediti, te su nužna brojna istraživanja kako bi se odredilo cjelokupna površina porječja neke krške rijeke. Također za podzemno otjecanje vode u kršu karakteristične su promjene smjera uslijed promjene količine pritjecanja vode pri čemu se mijenjaju i sustavi šupljina kojima voda teče. No takve promjene mogu se događati i pri površinskim tokovima, kada se uslijed zagušenja jednog ponora voda preusmjeri u drugi ponor koji može pripadati različitom porječju ili slijevu. Nadalje, nakon brojnih istraživanja, utvrđena je veza topografskog porječja Cetine i topografskog slijeva polja u kršu jugozapadne Bosne, što znači da hidrološko porječje Cetine (sl. 1) obuhvaća površinu četiri puta veću od površine topografskog i prelazi regionalnu i državnu granicu (Baučić, 1967; Riđanović, 1983).

Pojam „Cetina“ osim za rijeku, koristio se već u 10. stoljeću kao naziv za administrativno-teritorijalnu jedinicu, a naseljenost cetinskog kraja može se datirati sve do neolitika zahvaljujući brojnim nalazima kremenih strelica, noževa, sjekira i sličnog koji su pronađeni na preko 20 lokaliteta, ponajviše pećinama koje su tada služile kao nastambe (Borković, 1982). Danas su najveća naselja uz Cetinu gradovi Sinj, Omiš i Trilj, a rijeka Cetina od nacionalne je važnosti za proizvodnju hidroenergije, te se posljednjih dvadesetak godina počinje razvijati i kao turistička destinacija. Uz to, u današnje vrijeme sve se veći značaj pridaje zaštiti prirode i očuvanju bioraznolikosti kako bi se spriječile ekološke katastrofe koje su velika prijetnja

pogotovo vodama u krškom reljefu. Ukoliko dođe do onečišćenja, zagađena voda u kršu gotovo neizmijenjeno i bez filtriranja prolazi nizvodno i zagađuje podzemlje, izvore i površinske tokove što može predstavljati opasnost za ljude i lokalnu floru i faunu.

Rijeka Cetina predstavlja veliko prirodno bogatstvo i potencijal za gospodarsko iskorištavanje. U ovom radu, koristeći stručnu literaturu, izvješća i publikacije, cilj je analizirati fizičkogeografska obilježja i načine gospodarskog iskorištavanja rijeke Cetine, te ustvrditi moguće opasnosti i načine zaštite njenog porječja.



Sl. 1. Hidrogeološko porječje Cetine
Izvor: Geofabrik i EU-DEM, 2019

2. FIZIČKO-GEOGRAFSKA OBILJEŽJA PORJEČJA CETINE

Prirodno-geografska ili fizičko-geografska svojstva odnose se na prostorne sastavnice nastale djelovanjem prirodnih sila poput sile gravitacije ili Sunčeve energije. Daljnja evolucija prirodnog okoliša ovisi o međusobnom odnosu dinamičnih prirodnih i antropogenih čimbenika i procesa, uslijed kojih se neka područja preoblikuju u umjetne krajolike kao što su agrarni ili industrijski krajobrazi. Danas se utjecaj čovjeka osjeti u svakom krajoliku u većoj ili manjoj mjeri. Tako su, na primjer, i pusti planinski vrhovi, koji su naizgled netaknuti i rijetko u izravnom dodiru s čovjekom, pod utjecajem procesa poput klimatoloških promjena koje su dodatno ojačane štetnim ljudskim djelovanjem na globalnoj razini. Globalni sustav ekosustava u kojem su živa bića i njihov neživi okoliš povezani uzročno-posljedičnim vezama naziva se ekosfera. Ekosfera se dijeli na pet subsfera koje se odnose na nežive sastavnice, odnosno fizičko-geografske elemente: atmosfera (zrak), litosfera (čvrsta Zemljina kora i gornji plašt), pedosfera (tlo), hidrosfera (voda) i kriosfera (ledeni pokrov); također, ekosferu čini i biosfera, šesta subsfera koja obuhvaća sva živa bića na Zemlji. Proučavanjem fizičko-geografskih elemenata u geografiji bave se razne znanstvene discipline, koje se razlikuju po glavnom objektu istraživanja: geomorfologija se bavi reljefom, hidrologija vodom, klimatologija klimom, pedologija tlama i tako dalje. Kako bi se mogli analizirati fizičko-geografska obilježja porječja Cetine, najprije treba odrediti površinu koju ono obuhvaća.

Cetina u more unosi prosječno oko $140 \text{ m}^3/\text{s}$, a padaline koje padnu na njeno topografsko porječje osiguravaju joj samo oko $50 \text{ m}^3/\text{s}$, što znači da oko $90 \text{ m}^3/\text{s}$ Cetina dobiva od padalina izvan svog reljefnog udubljenja. Takav je nerazmjer posljedica podzemnog pritjecanja vode iz susjednih reljefnih udubljenja (Baučić, 1967). Topografsko porječje područje je s kojeg bi padalinske vode obzirom na nagib reljefa mogle površinski pritjecati u neki tok. Površinsku razvodnicu Cetine čine vrhovi okolnih uzvisina te ju odvajaju od topografskog porječja Žrnovnice, Krke, tokova u Livanjskom i Imotskom polju te manjih tokova koji neposredno utječu u Jadransko more. Baučić (1967) navodi kako se razvodnica od ušća rijeke Cetine kod Omiša penje na zapad do vrha Mosora, odakle se pruža nizom grebena sjeverno do vrhova Svilaje, a nastavlja se Kijevskom zaravni nakon koje se penje sve do 1831 m visokog vrha Dinare (ujedno najviši vrh Republike Hrvatske). Nadalje, razvodnica se spušta jugoistočno i prati glavni greben Kamešnice, nakon čega se jugozapadno spušta presijecajući niz vapnenačkih grebena. Potom prelazi na padine Biokova do prijevoja Dubci, a nastavlja slijedeći grebene planine Dovanj i vrh Omiške Dinare čime dolazi do ušća Cetine. Međutim, kako bi se analiziralo i shvatilo protjecanje Cetine, važno je obuhvatiti i dio porječja koji nije izravno vezan površinskim tokom rijeke, već ih veže otjecanje vode u krškom podzemlju. Nakon

Drugog svjetskog rata, radi hidroenergetskog iskorištavanja Cetine, izvršena su detaljna hidrološka istraživanja kojima je utvrđeno da do korita Cetine dopijeva glavnina vode s topografskih sljevova Livanjskog polja, Buškog Blata, Duvanjskog polja, te djelomično s Glamočkog i Kupreškog polja. Stoga se zaključuje kako topografski sljevovi polja u kršu jugozapadne Bosne zajedno s topografskim porječjem Cetine čine jedinstveno hidrogeološko porječje Cetine (Baučić, 1967).

Točna površina cjelokupnog porječja teško se može odrediti zbog kompliciranih odnosa podzemnog otjecanja vode u kršu koje s vremenom sklono promjenama i čije praćenje i mjerenje nije do kraja završeno. Korištenjem različitih metoda procijenjeno je da površina hidrogeološkog porječja Cetine iznosi između 3700 i 4300 km², od čega od 2655 km² otpada na neizravni dio porječja na teritoriju Bosne i Hercegovine (Mrđen i dr., 2018), 1200 km² na izravni dio porječja do brane Pribičevići, te oko 500 km² na područje, za koje se smatra da se topografska i hidrogeološka razvodnica uglavnom poklapaju, nizvodno od brane Pribičevići do ušća u Jadransko more (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001). Obzirom da porječje Cetine zauzima središnji položaj u prostranom području Dinarskog gorja, zauzima relativno veliku površinu i većinski je građeno od karbonatnih stijena, da se zaključiti da je to područje geomorfološki raznovrsno, te da je važno analizirati karakteristike reljefa kako bi se bolje shvatila priroda otjecanja vode u cetinskom porječju. Nadalje, uz hidromorfološki aspekt proučavanja, važno je istaknuti hidrološki i hidrometeorološki aspekt koji se odnose na vodu tekućice. Praćenje otjecanja i ostalih veličina nužno je za vrednovanje vode, njeno kategoriziranje i dodatno analiziranje. Hidrološki podaci mjere se u hidrološkim stanicama postavljenima u vodu, a prijenos i obrada podataka obavlja se uglavnom elektroničkim putem (Riđanović, 1993). Na Cetini se danas prema Državnom hidrometeorološkom zavodu (DHMZ) nalaze tri hidrološke postaje s automatskim tipom dojava (Blato na Cetini, Han i Tisne Stine 1) i dvije postaje limnigrafskog tipa (Omiš i Vedrine). Redovito praćenje hidroloških veličina poput protoka izrazito je bitno na Cetini jer na njoj nalazi šest hidroenergetskih objekata koji su izmijenili njeno prirodno protjecanje u većoj ili manjoj mjeri. Prirodni režim otjecanja porječja narušen je i izgradnjom akumulacijskih jezera za potrebe hidroelektrana. Najveća je akumulacija Buško blato na teritoriju Bosne i Hercegovine i zajedno s kompenzacijskim bazenom Lipa služi za potrebe hidroelektrane Orlovac (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001). Na teritoriju Hrvatske sagrađena je akumulacija Peruća ukupne zapremnine 54100 m³ te je ujedno površinom najveće umjetno jezero u Hrvatskoj (Riđanović, 1993). Radi održanja stalnog protoka rijeke, nužno je pratiti hidrološke promjene i u pripadajućim akumulacijama, te ih po potrebi prilagođavati kako bi se osigurala konstantna proizvodnja električne energije.

2.1. GEOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA PORJEČJA CETINE

Međusobnu uvjetovanost i zavisnost pojava i procesa između vode i reljefa svrhovito je promatrati u porječju ili slijevu. Porječje je dio prostora odakle se tekućica opskrbljuje vodom, a slijev se odnosi na prostor odakle voda pritječe jezeru, moru ili oceanu. Osnovicu porječja kao hidromorfodinamičkog sustava čini riječna mreža, a njegovu okosnicu glavna tekućica sa svojim pritocima. Između hidroloških pojava i morfodinamičkih procesa postoje određene zakonitosti koje se mogu istražiti, a njihove veze su višestruke: odnos padalina i intercepcije, evapotranspiracije, otjecanja i transporta nanosa i slično (Riđanović, 1993).

Hidromorfološke značajke Cetine izuzetno su povoljne za iskorištavanje hidroenergije (Riđanović, 1993). Porječje rijeke Cetine obuhvaća širok prostor na kojem se javlja niz geomorfoloških struktura. Samo porječje izgrađeno je od karbonatnih naslaga trijasa, jure i krede, te je moguće naći i klastične naslage trijasa i tercijara, a kvartarni sedimenti pokrivaju znatne površine naročito u područjima plavljenja rijeke Cetine. Najveći dio izgrađen je od krednih naslaga koje se pojavljuju kao karbonatne stijene, pretežito vapnenci. Ostale naslage čine trijaski dolomiti, vapnenci i škriljavci, jurski karbonati i lapor i laporoviti vapnenci (Bonacci i Roje-Bonacci, 2000; 2003). Veliki dio porječja, izgrađen od propusnih vapnenaca i dolomita, nema stalnih površinskih vodotoka, već se javljaju bujični tokovi u jarugama kod vrlo jakih pljuskova, ali i dalje prevladava podzemno otjecanje vode kroz pukotine, kanale i kaverne. U priobalnom pojasu Cetine barijeru predstavljaju naslage eocenskog fliša i podzemno otjecanje je otežano (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001).

U prošlosti, Cetina je svojim erozijskim djelovanjem u krškim stijenama oblikovala svoje korito i obale. Tijekom posljednjeg glacijalnog maksimuma koji je bio prije 26500 do 20000 godina, tok rijeke Cetine bio je 154 km dulji nego današnji tok. Naime, tadašnja razina Jadranskom mora na tom dijelu bila je za 115 m niža od današnje, zbog čega je rijeka nastavila svoje površinsko otjecanje i nakon mjesta na kojem se danas nalazi ušće. Paleo-rijeka Cetina nastavila je teći središnjim dijelom Bračkog kanala, nakon čega je nastavila zapadno Hvarskim kanalom do svog ušća nešto južnije od otoka Drvenik Tijekom svog dodatnog toka, paleo-rijeka Cetina stvarala je četiri akumulacije čije je postojanje dokazano različitim analizama (Sikora i dr., 2014). Kretanja rijeke u prošlosti pomažu pri shvaćanju današnjih odnosa između rijeke i reljefa, te mogućih hidromorfoloških promjena u budućnosti.

Baučić (1967) izdvaja pet osnovnih i najznačajnijih geomorfoloških cjelina u porječju Cetine: planine, zaravni, polja u kršu, flišne zone te sutjeske i kanjon Cetine. Treba spomenuti i brojne speleološke objekte prisutne u tom krškom području.

Planinsko područje porječja Cetine nije samo reljefno najistaknutiji, već i prostorno najveći dio porječja jer prekriva više od polovine njegove površine. Planine su većinom građene od karbonatnih stijena, a na nagnutim i raspucanim površinama krša lako se spiraju male količine rahlog tla zaostalog pri otapanju vapnenca i dolomita, čime je biljni pokrov oskudan. Tako ta prostrana područja, bez obzira na nadmorsku visinu, karakterizira mala, gotovo beznačajna gospodarska vrijednost. Kao i u gotovo čitavom dinarskom kršu, planinsko područje Cetine obilježavaju nagnuti krški reljef, bezvodica, oskudica rahlog tla i vegetacije. Zajedničke karakteristike čitavog planinskog područja su: karbonatni sastav u kojem vapnenci imaju veći udio od dolomita, jaka boranost stijena, brojni rasjedi koji imaju uglavnom paralelan ili transversala pravac u odnosu na pružanje planina, velika raščlanjenost reljefa uslijed boranja i raspodjele, stijene su razlomljene i ispresijecane brojnim pukotinama različitih pravaca i dimenzija, razgranati sustav podzemnih šupljina nastao disolucijom karbonatnih stijena padalinskom vodom, ogoličena stjenovita podloga uz iznimke različitih udubljenja gdje je zaostalo rahlo tlo prekriveno travnatom vegetacijom (Baučić, 1967).

Osim općih obilježja, pojedine planine imaju i svoje posebnosti. Reljefnu okosnicu hidrogeološkog porječja Cetine čini Dinara s Kamešnicom, a Svilaja, Mosor i Biokovo na jugozapadu, te Staretina, Golija, Cincar, Stožer, Ormar, Paklina, Ljubuša, Vran i Štitar na sjeveroistoku predstavljaju granično područje porječja sa susjednim porječjima i sljevovima. Dinaru (sl. 2) karakteriziraju prilično zaobljeni reljefni oblici, brojne uvale i ponikve, te činjenica da Dinara nema izraženo planinsko bilo, već razgranat krški pejzaž iz kojeg se izdižu pojedini vrhovi, od koji valja spomenuti Dinaru na 1831 m, najviši vrh Hrvatske, i Veliki Troglav na 1913 m koji je najviši vrh planine. Na Dinaru se svojim smjerom pružanja nastavlja Kamešnica čiji je najviši vrh Konj na 1849 m i nalazi se na teritoriju Bosne i Hercegovine (Baučić, 1967). Svilaja je s istoimenim vrhom na 1509 m jedna od najbolje izdvojenih dinarskih planina. Njenim reljefom dominira glavni planinski greben, a na njenim padinama nalaze se brojne ponikve i uvale. Mosor se ističe svojom izoliranošću. Najviši vrh je na 1340 m nadmorske visine, a vrhovi Mosora općenito su jako vertikalno raščlanjeni i gotovo neprohodni zbog čega se razlikuje od površja Dinare, Svilaje i planina jugozapadne Bosne. Planinski masiv Biokova građen od gornjokredskih vapnenaca u cijelosti je ispresijecan pukotinama, što je omogućilo okršavanje i razvoj brojnih škrapa, jama i sličnih krških oblika (Baučić, 1967). Na prostoru jugozapadne Bosne planinski su masivi okvir velikim poljima u kršu. Šator, Staretina, Golija i Krug odvajaju Livanjsko i Glamočko polje (Baučić, 1967; Bonacci i Roje-Bonacci, 2000). Izražen planinski greben Golije svojim pružanjem u smjeru SSZ-JJI znatno odstupa od dinarskog pravca pružanja. Krbaljina, Slovinj i Cincar odvajaju Glamočko i Kupreško polje, a

najviši vrh planine Cincar uzdiže se do 2006 m. Okvir porječja Cetine od istočnog ruba Kupreškog polja do Duvanjskog polja čini niz planinskih masiva: Stožer, Paklina, Ljubuša, Vran, Lip. Planinu Lip iznad jugoistočnog ruba Duvanjskog polja izgrađuju kompaktni vapneni konglomerati s proslojcima lapora i vapnenca, ali reljef ima sva bitna obilježja krša (Baučić, 1967). U sadašnjoj fazi razvoja planinskog reljefa najznačajniji je proces spiranja rahlog tla s travnjaka i dna ponikava i uvala, što dovodi do ogoličavanja kamene podloge. Na površini se djelovanjem padalinskih voda pukotine redovito proširuju razvojem škrapa. Padalinske vode poniru i u unutrašnjost razgranatom mrežom pukotinskih šupljina, a bujice se stvaraju tek na dolomitским terenima nakon obilnih padalina (Baučić, 1967).



Sl. 2. Planina Dinara

Izvor: HPS, n.d.

Znatan dio hidrogeološkog porječja Cetine izgrađuju karbonatne stijene koje su zaravnjene nakon tektonskih poremećaja, poput boranja i rasjedanja. Oko 15% porječja čine zaravni. Njihova osnovna osobina je da to nisu potpuno ravne površine, već općenito imaju ravničarski izgled i redovito su manje ili više nagnute u jednom ili više smjerova. Na njima se obično nalaze neka uzvišenja (humovi i slično) ili udubljenja (ponikve, uvale, manja polja u kršu). Zaravni su najprostraniji fenomen u čitavom dinarskom kršu, tako i u porječju Cetine (Baučić, 1967).

Tok Cetine prati od izvora do ušća s obje strane gotovo kontinuiran niz zaravni različitih širina i visina. Kijevska zaravan zauzima prostor od izvorišnih krakova Cetine i prosječne je nadmorske visine 440 m. Na dnu uvala i ponikava kamenu podlogu prekriva naplavljena crvenica koja se koristi u agrarne svrhe. Na nju se nastavlja niz zaravni: Civiljanska, Pleča, Ježevićka, Laktac, Dubrava, Derven, Gaj, Bitelička zaravan. Zaravan Podi najprostranija je u čitavom hidrogeološkom porječju Cetine, a karakteriziraju je brojne plitke i nepravilne ponikve. Na nju se nastavljaju zaravan Kosmač, Vojnić, Dicmanska, Ugljanska, Ciste i posljednja u nizu zaravni koje prate tok Cetine u njegovom topografskom udubljenju, Zadvarska zaravan. Ona je ujedno i najniža i najravnija, te nije kontinuirano nagnuta ni u jednom smjeru osim što su rubovi nešto niži od središnjih dijelova. Na prostoru jugozapadne Bosne također postoji niz zaravni među kojima se izdvajaju Čelebička, zaravan Bukove gore, Zajaruge i Vrdovo. Zaravni u kršu Cetine imaju brojne zajedničke i posebne karakteristike u različitim dijelovima porječja. Najznačajnije zajedničko obilježje svih zaravni je uravnoteženost poremećenih karbonatnih naslaga. Kamenita osnova djelomično je prekrivena rahlim tlom koje ispunjava pukotine, a dominantni proces u njima je spiranje tla. Najkarakterističniji reljefni oblik na zaravnima su ponikve, a zajedno s ostalim udubljenjima na zaravnima one se razvijaju i danas. Površinskih tokova na zaravnima nema, ali se na više mjesta usječne vododerine bujičavih tokova. Razlika između zaravni topografskog porječja Cetine i topografskog slijeva jugozapadne Bosne je ta što su zaravni uz tok Cetine prostranije i morfološki povezanije (Baučić, 1967).

Polja u kršu veća su ravna površina poljoprivrednog tla okružena višim krškim zemljištem (Baučić, 1967). Za nastanak polja u kršu važna je tektonska predispozicija karbonatnog terena (Bonacci i Roje-Bonacci, 2000). U osnovnim morfološkim i hidrološkim obilježjima, kao i u veličini i položaju, postoje određene razlike između polja uz dolinu Cetine i polja u jugozapadnoj Bosni.

Uz Cetinu ima šest polja u kršu: Cetinsko, Vrličko, Koljansko, Ribaričko, Hrvatačko i Sinjsko (Baučić, 1967; Prskalo i Žužul, 2019). Svim poljima protječe Cetina i veže ih u hidrološku cjelinu, ali su ona reljefno odijeljena vapnenačkim zonama. Polja su ravničarska, ali ne i potpuno ravna. Njihovu površinu sačinjavaju različiti tipovi tla koji su rezultat hidroloških uvjeta, matičnog supstrata, te visinskog i prostornog položaja prema ostalim geomorfološkim cjelinama. Nataložene klastične naslage u donjim dijelovima su pretežito glinovite, a u gornjim mlađim uglavnom laporovite. Proces spiranja klastičnih neogenih i ostalih naslaga je prestao, čime se razvilo čvrsto tlo fiksirano travnatom vegetacijom (Baučić, 1967). Najplodnija tla nalaze se u Vrličkom i Sinjskom polju jer su sitnozrnasta i duboka čime se njihova poroznost smanjuje na optimalnu razinu za poljoprivredno iskorištavanje (Bonacci i Roje-Bonacci, 2000).

U topografskom porječju Cetine, Sinjsko je polje (sl. 3) najprostranija i najdublja paleodepresija ispunjena neogenskim naslagama. U Sinjskom polju postoje vrlo blagi padovi tih naslaga od rubova prema sredini polja.



Sl. 3. Sinjsko polje

Izvor: Youtube, 2019

Polja u kršu jugozapadne Bosne čine četvrtinu topografskog slijeva tog područja. To je ujedno i najprostraniji kompleks polja u dinarskom kršu, a čine ga četiri velika polja: Livanjsko koje je ujedno i najveće polje u dinarskom kršu, Duvanjsko, Glamočko i Kupreško. Njih karakterizira velika površina, zatvorenost višim planinskim terenom, te hidrološko komuniciranje koje je moguće jedino podzemnim tokovima. Ova polja se za razliku od onih uz tok Cetine ne nastavljaju jedno na drugo, već su stepeničasto poredana na različitim visinama: na najvećoj visini je Kupreško, a na najnižoj Livanjsko polje. Svako polje ima svoje specifičnosti. Kupreško je polje na najvišoj razini (preko 1100 m), karakterizira ga disecirani reljef s tri velika i mnoštvo manjih udubljenja, ali i humaka. Glamočko polje ističe se izduženošću i gotovo popuno ravnom površinom, te se dijeli na Gornje i Donje polje, od kojih jedino potonje pripada porječju Cetine. Glavno je obilježje Duvanjskog polja njegova hidrološka specifičnost jer je jedino polje u kojem je razvijen jedinstven hidrološki sistem. Hidrološka mreža okuplja se u tok Šujice i potom sve vode Duvanjskog polja otječu ponorom Kovači. Livanjsko polje se zbog svoje opsežnosti i različitih hidromorfoloških karakteristika

dijeli u tri dijela: Livanjsko polje u užem smislu, Srđevičko polje i Buško blato. U užem Livanjskom polju formirane su tri hidrološke cjeline koje predstavljaju zasebna porječja i imaju različite sustave ponora kojima otječu. Ni Srđevičko polje nema jedinstvenu hidrološku cjelinu, već ima niz zasebnih tokova sa zasebnim ponorima. Taj dio velikog Livanjskog polja ujedno je i najniži jer se spušta ispod 700 m nadmorske visine. Krajnji jugoistočni dio polja čini Buško blato koje se ističe svojim ovalnim oblikom, a od Srđevičkog polja odvojen je prudom Kraljičin prisap građenim od sitnog šljunka i pijeska. Međutim, četiri velika polja jugozapadne Bosne imaju neka zajednička obilježja: svako se nalazi u karbonatnoj paleodepresiji i velikim su dijelom ispunjena klastičnim neogenim naslagama (Baučić, 1967).

S obje strane ušća Cetine proteže se zona eocenskog fliša Primorskih Poljica i Rogozničkog primorja. Uglavnom je izgrađena od lapora, a manjim dijelom od laporovitih vapnenaca i pješčenjaka. Rasjedni kontakt eocenskog fliša s krednim vapnencima primorskog planinskog bila prekriven je siparima. Druga flišna zona nalazi se između primorskog vapnenačkog bila i Mosora i Zadvarske zaravni. U toj zoni usječena je dolina donje Cetine i erodirana je duboka dolina. Općenito fliš predstavlja vododrživu hidrološku sredinu, no utvrđeno je da u flišnim zonama topografskog područja Cetine dio vode koje dolazi iz vapnenačkih podzemnih tokova izbija na površinu, a dio podzemno otječe kroz fliške stijene. To je značajno prilikom utvrđivanja uloge fliša za razvoj reljefa susjednog karbonatnog područja (Baučić, 1967).

Petu skupinu reljefnih oblika u porječju koje je Baučić (1967) izdvojio čine sutjeske i kanjon Cetine. Rijeka Cetina je usjekla svoje korito u tri različite reljefne cjeline: kompozitnu, kanjonsku i flišku dolinu. Najvećim dijelom Cetina naizmjenično protječe sutjeskama i poljima, da bi na južnom rubu Sinjskog polja ušla u kanjon, a zatim nakon vodopada Gubavica prešla u flišku dolinu. Garjačka sutjeska nalazi se između Vrličkog i Cetinskog polja, dugačka je 6 km što ju čini najduljom sutjeskom Cetine. Širine svega 10 m, izgrađena je u kompaktnim prominskim konglomeratima, te završava sedrenom terasom. Između Koljanskog i Ribaričkog polja 1,2 km duga je sutjeska Borković koja je usječena u gornjokredskim rudistnim vapnencima. Sutjeska Peruća spaja Ribaričko i Hrvatačko polje. Duga je 5,5 km i izgrađena od gornjokredskih vapnenaca. Obrovačka sutjeska posljednja je u nizu. Odvaja Hrvatačko i Sinjsko polje u dužini od 2 km. Strane te sutjeske su blaže nego kod ostalih jer nije građena od krednih vapnenaca, već laporovitih vapnenaca i pješčenjaka. Kanjon Cetine (sl. 4) proteže se u dužini od 30 km između Trilja i Gubavice. Gotovo čitavom dužinom, usječen je u zaravni (Ugljansku i Zadvarsku). Visinsku razliku, od 291 m na ulazu do 56 m na izlazu iz kanjona, u većini otpada na vodopad Gubavicu. Širina kanjona varira između 20 i 40 m na dnu, te 100 - 300 m na vrhu, a ovisi o strukturi, kompaktnosti i čistoći vapnenca (Baučić, 1967).



Sl. 4. Kanjon Cetine

Izvor: Mapio, n.d.

Osim reljefnih oblika koji se nalaze na površini porječja Cetine, treba spomenuti i razgranate sustave endokrških reljefnih oblika. Malez (1954) navodi kako su za potrebe gradnje hidroelektrana na Cetini provedena mnogobrojna speleološka istraživanja, tijekom kojih je registrirano i detaljno istraženo niz pećina, jama i ponora koji su u najbližoj okolini tada projektiranih brana. Speleološki objekti relativno su mali, tek poneka jama ili špilja prelazi 20 m svojom duljinom i/ili dubinom. Ono što je značajno da su istraživanja pokazala kako su većinom ti objekti izgrađeni od kompaktnih i vodonepropusnih vapnenaca i da ne mogu pretjerano utjecati na akumulaciju vode u koritu rijeke Cetine. Neki od imenovanih objekata su Marelina jama, jama Golubinka, Mračne pećine i Majića peć.

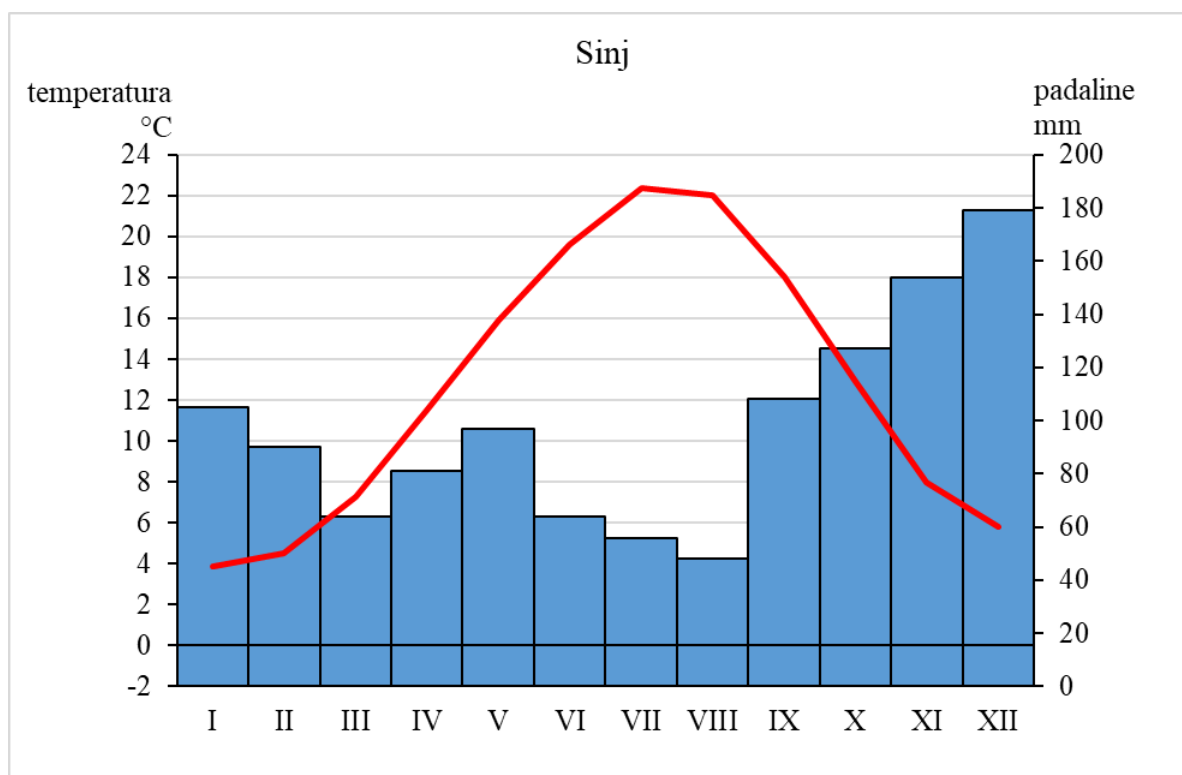
2.2. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE RIJEKE CETINE

Glavne hidrološke veličine neke rijeke su vodostaj (cm), protok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) i specifično otjecanje ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Vodostaj je temeljna jedinica jer pomoću njega izračunavaju ostale veličine. Srednji mjesečni i srednji godišnji protoci za razdoblje od najmanje 20 godina najvjernije odražavaju stanje ukupnog otjecanja vode. Nadalje, kako bi se čim bolje pojasnili rezultati hidroloških analiza, važno je uključiti i hidrometeorološki aspekt istraživanja. Padaline (kiša, snijeg, tuča...) prvotan su i glavni izvor vode. Motrenjem i mjerenjem u meteorološkim i klimatološkim stanicama dobivaju se kvantitativne vrijednosti hidrometeoroloških elemenata. Osim padalina, na otjecanje vode utječu i ostali hidrometeorološki elementi. Raspodjela srednjih temperatura zraka, ukupna radijacija, oblaci, magla i ostale pojave utječu na isparavanje koje je značajna veličina u temeljnim hidroobrasima za određivanje količine vode (Riđanović, 1993).

Hidrogeološko porječje Cetine planinskim uzvisinama odijeljeno na zapadni dio koji predstavlja topografsko porječje Cetine, te na istočni dio koji se nalazi u krškom reljefu jugozapadne Bosne. Takav prostorni raspored utječe na nejednak utjecaj pojedinih klimatoloških elemenata na različitim dijelovima porječja. Tako se maritimni utjecaj Jadranskog mora više osjeti u zapadnom dijelu, dok je prema unutrašnjosti Bosne jači utjecaj kontinentalnosti. Uglavnom se može zaključiti kako topografsko porječje Cetine obilježava sredozemna klima s toplim i sušnim ljetima, te blagim i vlažnim zimama. Planinski lanci koji pripadaju dinarskom masivu značajno utječu na smanjenje izravnog djelovanja mediteranske klime, tako da se već u poljima u kršu jugozapadne Bosne osjeća utjecaj kontinentalne klime čija su hladnije zime i ravnomjernija raspodjela padalina tijekom godine (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001, Riđanović, 1983). Velik intenzitet padalina (10 mm na sat) utječe na količine površinskog i podzemnog otjecanja. Izračunato je da pri učestalim kišama samo 6% ukupne godišnje sume padalina (1380 mm) može otjecati površinskim tokovima jer je ostatak uključen u podzemno otjecanje (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001; Riđanović, 1983; 1993).

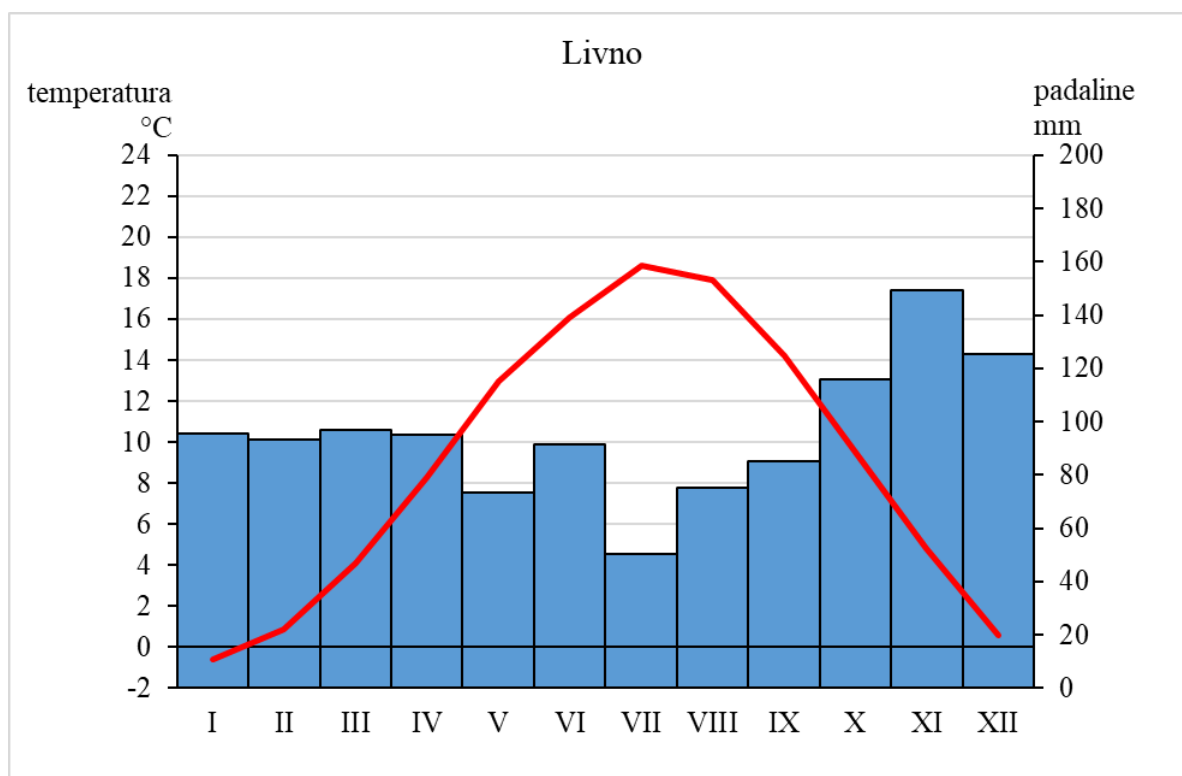
Usporedbom klimadijagrama s mjernih stanica na različitim dijelovima porječja može se analizirati kako različite klime utječu na protočni režim i opskrbu tekućice padalinskom vodom. Sinj se nalazi na sjeverozapadnom dijelu Sinjskog polja na nadmorskoj visini od 320 m. Iako nije udaljen više od 30 km od obale Jadranskog mora, od nje je odvojen Mosorom zbog čega se ipak osjeti utjecaj kontinentalnosti: ljeti se kopno dodatno zagrije, a zimi rashladi. To je pogotovo vidljivo kada se pogledaju ekstremni maksimumi i minimumi temperature zraka. Na klimadijagramu Sinja (sl. 5) vidljivo je da ima vruća ljeta (prosječna mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca prelazi 22°C). Zimi prosječna mjesečna temperatura zraka najhladnijeg

mjeseca nije manja od 3°C. Godišnji hod padalina ima dva maksimuma: glavni u prosincu (179 mm) i sporedni u svibnju; te dva minimuma: glavni u kolovozu (48 mm) i sporedni u ožujku. Prosječna godišnja količina padalina iznosi oko 1170 mm. Grad Sinj svojim klimatološkim obilježjima pripada Cfa tipu klime: umjereno topla vlažna klima s vrućim ljetom (Šegota i Filipčić, 1996). Grad Livno nalazi se u središnjem dijelu Livanjskog polja na nadmorskoj visini od 720 m. Od topografskog porječja Cetine i utjecaja Jadranskom mora odvajaju ga preko 1800 metara visoki obronci Dinare i Kamešnice. Na klimadijagramu za Livno (sl. 6) vidljivo je da su ljeta topla i prosječna mjesečna temperatura najtoplijeg mjeseca ne prelazi 20°C, ali su zime hladnije te se prosječna mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca spušta ispod 0°C. U godišnjem hodu padalina ističu se dva maksimuma i dva minimuma. Glavni maksimum padalina (142 mm) stupa u studenom, a sporedni u lipnju. Mjesec prije, u svibnju, nastupa sporedni minimum padalina, dok se glavni minimum javlja u srpnju (50 mm). Takva obilježja tipična su za Cfb tip klime: umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (Šegota i Filipčić, 1996).



Sl. 5. Klimadijagram Sinja

Izvor: DHMZ, n.d.



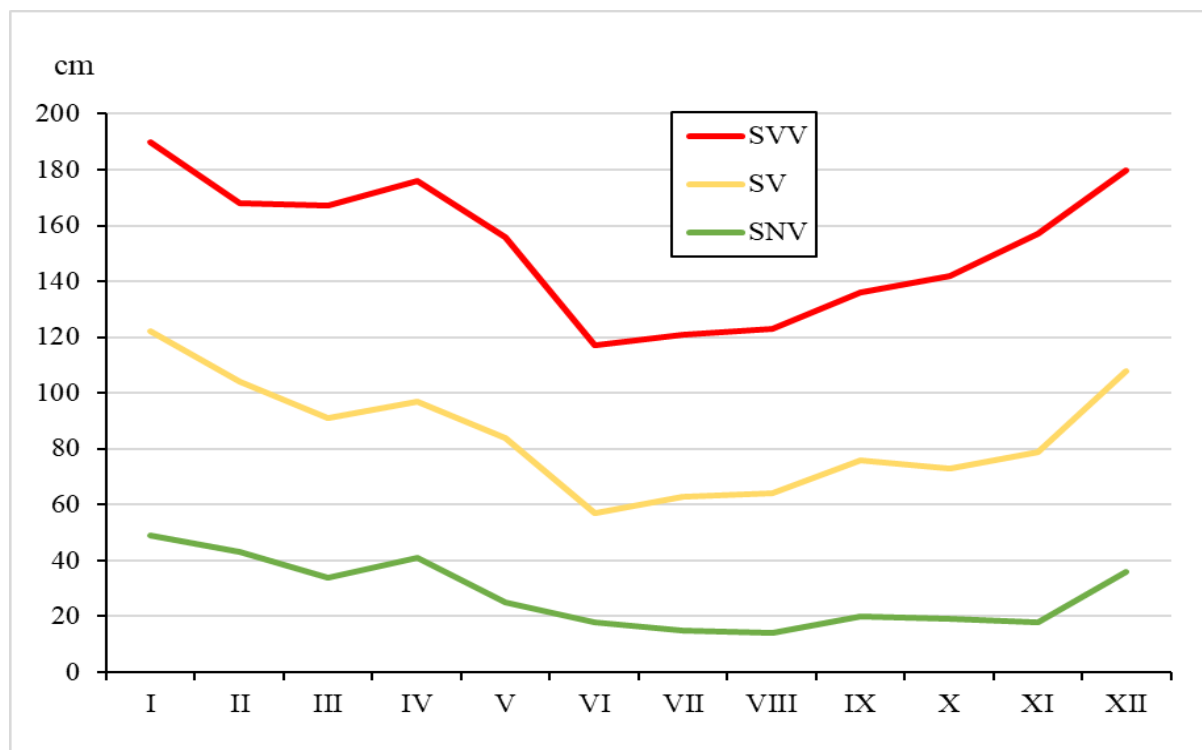
Sl.6. Klimadijagram Livna

Izvor: FHMZBIH, n.d.

Prema Zavodu za hidrologiju Državnog hidrometeorološkog zavoda, vodostaj površinskih voda označava razinu vode u vodotoku, jezeru ili moru i mjeri se u metrima (m) ili centimetrima (cm). Na uređenom mjernom mjestu za mjerenje vodostaja vodostaj se mjeri u odnosu na neku referentnu visinsku točku (kotu nule) za koju je prethodno geodetski određena nadmorska visina. Za neposredno očitavanje vodostaja rabe se vodokazne letve postavljene na način da se na njima očitava vodostaj relativno u odnosu na kotu nule. Na isti način vodostaji se mogu i trajno registrirati uporabom analognih ili digitalnih instrumenata za mjerenje vodostaja. Na rijeci Cetini nalazi se pet mjernih postaja koje sakupljaju podatke o vodostaju; to su redoslijedom od izvora prema ušću: Han, Vedrine, Blato na Cetini, Tisne Stine 1 i Omiš. Na primjeru hidrološke postaje Han (tab. 1.; sl. 7) prikazani su srednji mjesečni vodostaj, srednji mjesečni maksimumi vodostaja i srednji mjesečni minimumi vodostaja za desetgodišnje razdoblje od 2000. do 2009. godine. Iz priloga je vidljivo da je najveći prosječni vodostaj Cetine u mjesecu siječnju, a najmanji u lipnju. Najveći prosječni mjesečni maksimum vodostaja je u siječnju, a najmanji prosječni mjesečni minimum vodostaja Cetine u kolovozu.

Tab. 1. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja za Cetinu na stanici Han u razdoblju od 2000. do 2009. godine (u cm)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SVV	190	168	167	176	156	117	121	123	136	142	157	180
SV	122	104	91	97	84	57	63	64	76	73	79	108
SNV	49	43	34	41	25	18	15	14	20	19	18	36



Sl. 7. Srednje mjesečne vrijednosti vodostaja za Cetinu na stanici Han u razdoblju od 2000. do 2009. godine

Izvor: DHMZ, n.d.

Protok predstavlja volumen vode koja protječe kroz neku protočnu površinu u jedinici vremena. U hidrometriji se protok najčešće iskazuje u kubnim metrima u sekundi (m^3/s) ili u litrama u sekundi (l/s). Protok je izvedena veličina koja se najčešće određuje posrednički, to jest mjerenjem brzine strujanja vode i površine presjeka. Za mjerenje brzine strujanja vode rabe se pritom različite vrste instrumenata: od klasičnih hidrometrijskih krila do sofisticiranih ultrazvučnih i elektromagnetskih uređaja. Potrebno je poznavati protočni režim tekućica kako bi upravljanje vodnim resursima nekoga područja ili porječja bilo kvalitetno. Utvrđivanje tipologije režima pomaže boljem shvaćanju prostornih razlika i uvjeta otjecanja na nekom području i pridonosi kvaliteti vodnogospodarskih planova i planiranja u vodnom gospodarstvu općenito (Čanjevaca, 2013).

Za izražavanje protočnih režima tekućica upotrebljava se modulni (Pardéovi) koeficijenti, na temelju kojih je prikazan godišnji hod protoka za razdoblje 1990. – 2009. određene tekućice na pojedinoj mjernoj stanici. Upotreba vrijednosti protoka i modulnih koeficijenata omogućava usporedbu režima svih tekućica bez obzira na njihovu veličinu, odnosno apsolutne mjesečne vrijednosti protoka (Čanjevac, 2013). Za rijeku Cetinu izdvojeni su podaci o protoku na tri mjerne stanice: Han, Blato na Cetini i Tisne Stine 1; potom su ti podaci razvrstani u odgovarajuće klastere protočnih režima (tab. 2.).

Tab. 2. Modulni koeficijenti za razdoblje 1990. - 2009. Cetine i tipovi protočnog režima

Vodotok - Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Tip protočnog režima
Cetina - Han	1,5	1,26	1,02	1,14	0,97	0,62	0,58	0,65	0,76	0,88	1,71	1,44	peripanonski kišno-snježni
Cetina - Blato na Cetini	1,58	0,81	0,88	1,34	0,6	0,49	0,47	0,48	0,59	0,61	1,92	2,29	sredozemni kišno-snježni
Cetina - Tisne Stine 1	1,56	0,95	0,97	1,31	0,69	0,54	0,45	0,43	0,55	0,66	1,75	2,13	sredozemni kišno-snježni

Izvor: Čanjevac, 2013

Prema Čanjevcu (2013) protočni režimi Cetine imaju karakteristike dva tipa protočnih režima. Protočni režim na postaji Han pripada peripanonskom kišno-snježnom režimu, iako rijeka Cetina ne pripada peripanonskom prostoru. Njen je prirodni režim izmijenjen izgradnjom većih hidroenergetskih sustava u drugoj polovini 20. stoljeća, pa se može reći da pripada i posebnoj skupini rijeka s antropogeno znatno izmijenjenim režimima. Peripanonski kišno-snježni režim ima tijekom godine dva maksimuma i dva minimuma. Prvi maksimum se javlja u travnju (1,14), a drugi i izraženiji u studenom (1,71). Primarni minimum javlja se u srpnju (0,58), a drugi, koji je manje izražen, u ožujku (1,02). Tipično je peripanonski kišno-snježni režim da se iznadprosječne vrijednosti protoka javljaju između studenog i travnja. Na ostale dvije stanice, Blatno na Cetini i Tisne Stine 1, protočni režim Cetine ima obilježja sredozemnog kišno-snježnog režima. To je karakterističan tip režima na tekućicama koje pripadaju slijevu Jadranskog mora. Njihova su porječja uglavnom pod maritimnim utjecajem sredozemne klime, a prihranjuju se većim ili manjim dijelom iz visokogorskog prostora sa snježno-šumskom klimom. Većinom su to krške rijeke, poput Cetine. Primarni maksimum javlja se u prosincu (2,29 na Blatu na Cetini i 2,13 na Tisnim Stinama 1), a sekundarni u travnju (1,34 i 1,31).

Primarni minimum javlja se ljeti, odnosno u srpnju (za Blato na Cetini: 0,47) ili kolovozu (za Tisne Stine 1: 0,43). Sekundarni minimum javlja se u veljači s prosječnim vrijednostima protoka (0,81 i 0,95). Iznadprosječne vrijednosti protoka javljaju se općenito u razdoblju od studenog do travnja (Čanjevac, 2013).

Navedene hidromorfološke i hidrološke karakteristike porječja Cetine imale su ključnu ulogu u naseljavanju tog prostora, omogućavajući primarne uvjete za život: pitku vodu i sklonište. Danas one osiguravaju intenzivno iskorištavanje hidropotencijala u dobivanju električne energije iz hidroelektrana. Reljefna i geološka raznolikost područja pogoduju kompliciranim odnosima između površinskog i podzemnog otjecanja vode. Na količinu vode utječu hidrometeorološki uvjeti koji su prisutni u tom porječju, posebice padaline i godišnji hod temperature. Hidrološkim istraživanjima prate se stanja i trendovi u protoku rijeke, pazeći na odstupanja, kako bi se održala razina vode potrebna za stabilno funkcioniranje prirodnog i hidroenergetskog sustava.

3. GOSPODARSKO ZNAČENJE RIJEKE CETINE

Cetinski kraj ima neprekinuti kontinuitet naseljenosti još od ilirskog razdoblja kada su na tom prostoru živjeli članovi plemena Dalmata. Oni su se bavili pretežno stočarstvom i zemljoradnjom, na što upućuju ostaci kostiju ovaca i koza i karbonizirana zrna pšenice (Borković, 1982). Već tada se koristila energija Cetine i to u svrhu pokretanja vodenica (Radić Lakoš i Arbutina, 2017). Poslije je uslijedilo rimsko razdoblje naseljenosti kada područje oko Cetine dobiva posredničku ulogu i značajnu trgovačku funkciju. U ranom srednjem vijeku, nakon burnih demografskih promjena i seobe naroda, Cetinu većinom ostaju naseljavati Slaveni, točnije Hrvati. Na ranu hrvatsku kolonizaciju upućuju toponimi Hrvace, Kosinac (Borković, 1982). Prvi pisani spomen Cetine je u djelu Konstantina Porfirogeneta *De administrando imperio* iz 10. stoljeća u kojem se nabrajaju županije u Hrvatskoj. Iz tog stoljeća potječe i crkva Sv. Spasa u Cetini (selu na izvoru rijeke Cetine), koju Borković (1982) naziva: „najljepšim spomenikom starohrvatske arhitekture.“

U kasnom srednjem vijeku, porječje Cetine bilo je politički nestabilno područje, a za vlast nad njima nadmetali su se Turci Osmanlije i Mlečani. U tom dijelu povijesti, ekonomske prilike bile su katastrofalne, a lokalno gospodarstvo (većinski koncentrirano na stočarstvo i trgovinu) gotovo uništeno. Godine 1715. odigrala se povijesna Sinjska bitka, a u čast pobjede nad Osmanlijama kreće se održavati viteška konjanička igra alka, koja je danas prerasla u jednu od glavnih kulturnih i turističkih manifestacija u cetinskom kraju. U novom dobu ekonomske i političke prilike su i dalje nestabilne zbog graničnog položaja, a javljaju se i elementarne nepogode poput suše koje utječu negativno utječu na demografsku strukturu. I dalje se gospodarstvo temelji na primarnim djelatnostima, a rudarstvo brzo propada. U razdoblju do Prvog svjetskog rata, poljoprivreda ostaje dominantna djelatnost, a uglavnom se uzgajaju žitarice, povrće, vinova loza i duhan. Trgovačko posredništvo između primorja i Bosne pridonosi razvoju trgovačkih središta, od kojih se Sinj prometnuo u glavno i najveće. U demografskim kretanjima dominira emigracija, a ona je za taj značajna i danas. Sredinom 20. stoljeća jača valorizacija hidroenergetskog potencijala Cetine, te ona ubrzo postaje jednim od najvećih proizvođača električne energije (Borković, 1982).

Danas su hidroelektrane na Cetini nezamjenjiv izvor energije, a njeni izdašni izvori opskrbljuju stanovništvo Splitsko-dalmatinske županije vodom (Riđanović, 1993). Unatoč negativnim demografskim procesima poput starenja stanovništva, depopulacije i emigracije koji su zahvatili ne samo Cetinu, već i skoro čitavu Hrvatsku, područje nudi uvjete za razvoj gospodarstva. Među gospodarskim djelatnostima kojima se bavi lokalno stanovništvo, hidroenergija ima najveći značaj jer doseže nacionalnu razinu, a posljednjih godina veliki trud

ulaže se na bolju turističku valorizaciju cetinskog kraja. Međutim, pored ekonomskog značaja rijeke Cetine ne smije se zaboraviti biološki značaj, te treba ulagati u njeno bolje očuvanje i zaštitu.

3.1. HIDROENERGETSKO ISKORIŠTAVANJE CETINE

Hidroelektrana je proizvodno postrojenje, odnosno građevina za proizvodnju električne energije koja u svom sastavu ima barem jednu proizvodnu jedinicu pretvorbe energije hidropotencijala u električnu energiju te prateća postrojenja (HEP, n.d.). Proces pretvaranja energije u hidroelektranama sastoji se od nekoliko koraka: prvo se potencijalna energija vode pretvara u kinetičku energiju vode koja se cjevovodima dovodi to turbine; zatim se rotacijom turbine kinetička energija vode pretvara u mehaničku; na kraju se mehanička energija turbine u generatoru pretvara u električnu energije i distribuira potrošačima. Prema tipovima hidroelektrane mogu biti protočne (bez ili s malom satnom/dnevnom akumulacijom) ili akumulacijske (s akumulacijom, branom, vodenom komorom, zahvatom, gravitacijskim dovodom, zasunskom komorom, tlačnim cjevovodom, strojarnicom i sustavom odvodnje vode). Hidroelektrane su i višenamjenska postrojenja koja uz proizvodnju električne energije u velikoj mjeri obavljaju i sljedeće funkcije: opskrba vodom, obrana od poplava, zaštita zemljišta od erozije, navodnjavanje, odvodnja, promet (HEP, n.d.). Prema Godišnjem izvješću Hrvatske elektroprivrede za 2018. godinu, uslijed povoljnih hidroloških okolnosti koje su obilježile tu godinu, u hrvatskim hidroelektranama proizvedeno je 35% od ukupno potrebne električne energije.

Naglašeni pad i obilje vode u suženoj dolini Cetine optimalni su uvjeti koji su inicirali gradnju hidroelektrane (HE) Kraljevac 1912. godine (Riđanović, 1993). U drugoj polovici 20. stoljeća proširena su istraživanja i na polja u jugozapadnoj Bosni radi čim svrhovitijeg načina iskorištavanja cjelokupnog hidropotencijala. Time je počela etapna izgradnja više objekata u porječju Cetine, a danas ih je ukupno sedam (tab. 3). Prostorno su raspoređeni na strateškim lokacijama gdje se tok Cetine sužava i protok ubrzava, te su međusobno udaljeni (sl. 1). Organizacijski spadaju pod Proizvodno područje Jug (PP HE Jug) zajedno s hidroelektranama na porječjima Krke i Zrmanje i slijeva Gračačke visoravni (HEP, n.d.).

Tab. 3. Hidroenergetska postrojenja porječja Cetine

Proizvodno postrojenje	Godina puštanja u pogon / revitalizacije	Tip elektrane	Raspoloživi proizvodni kapacitet (MW)	Instalirani protok (m ³ /s)
HE Đale	1989.	protočna niskotlačna derivacijska	40,8	2×110
HE Kraljevac	1912., 1990.	protočna visokotlačna derivacijska	41,6	2×25
HE Orlovac	1973.	akumulacijska visokotlačna derivacijska	237	3×23,3
HE Peruća	1960. / 2004. - 2008.	akumulacijska pribranska	60	2×60
HE Zakućac	1961. / 1980. / 2013. - 2017.	akumulacijska visokotlačna derivacijska	538	4×60
CS Buško blato	1974.	crpna akumulacijska derivacijska	3×1,67 / 3×3,5	3×23,3
MHE Prančevići	2017.	protočna pribranska	1,15	6

Izvor: HEP, n.d.

HE Kraljevac smještena je u blizini mjesta Zadvarje i koristi vode kod slapova Velika i Mala Gubavica čiji je ukupan pad 110 m. S proizvodnjom električne energije započela je 1912. godine i tada je bila najveća hidroelektrana u ovom dijelu Europe. Nakon izgradnje uzvodnih hidroelektrana na Cetini promijenjena je uloga HE Kraljevac i sad se u njemu iskorištavaju samo preostale vode neiskorištene u ostalim hidroelektranama. Tako je prosječna godišnja proizvodnja HE Kraljevac smanjena s rekordnih 471 GWh (1960. godine) na samo 16,3 GWh (HEP, n.d.).

HE Đale nalazi se 5,8 km nizvodno od Trilja u Sinjskom polju. U kanjonu rijeke Cetine na mjestu zvanom Beksetina mlinica izgrađena je 39 m visoka brana Đale koja formira akumulacijski bazen, a puštena je u rad 1989. godine. HE Đale svojim radom doprinosi boljem korištenju voda donje Cetine u hidroenergetskom smislu za HE Zakućac i to povećanjem kompenzacijskog bazena Prančevići. (HEP, n.d.).

HE Peruća (sl. 8) smještena je uz branu Peruća, udaljena 16 km od grada Sinja. Akumulacijsko jezero Peruća prva je akumulacija elektroenergetskog sustava rijeke Cetine i najveća je akumulacija u Hrvatskoj. Brana akumulacije Peruća visine 65 m je sagrađena 1958. godine na suženome dijelu kanjona rijeke Cetine između sela Satrić i Gornji Bitelić. Namjena brane je stvaranje akumulacije vode uz optimizaciju količina voda za rad hidroelektrane tijekom sušnog razdoblja godine, rješavanje problema velikih voda u kišnom razdoblju godine koje su

uzrokovale poplave u Hrvatačkome i Sinjskom polju. HE Peruća puštena je u rad 1960. godine, te je svoju funkciju obavljala uspješno sve do rujna 1991. godine kada je bila okupirana. Okupacija je trajala do 1993. godine, te je uslijed miniranja u cijelosti bila potopljena. Brana je sanirana 1995. godine, a u razdoblju od 2004. do 2008. obavljena je revitalizacija dotrajale temeljne opreme (HEP, n.d.).



Sl. 8. HE Peruća i istoimena akumulacija u pozadini

Izvor: HEP, n.d.

HE Orlovac nalazi se u mjestu Rude i koristi vode slijeva Livanjskog polja te ih propušta u topografsko porječje rijeke Cetine. Započela je s radom 1973. godine. Hidroelektrana Orlovac tehnološki je spojena s hidroenergetskim sustavom akumulacijskih bazena i retencije Buško blato, najveće akumulacije u ovom dijelu Europe. U sklopu tog sustava je i Crpna stanica (CS) Buško Blato, postrojenje koje gospodari vodama sustava Buškog blata, koristeći regulirane vodotoke i dovodne kanalske sustave koji služe za prihvaćanje, izravnanje i transport voda na Livanjskom polje te njihovo energetske korištenje. Vode se iz središnjeg dijela Livanjskog polja i akumulacije Buško blato dovode u kompenzacijski bazen Lipa od kojega se tunelom duljine 12,1 km dovode do vodne komore HE Orlovac (HEP, n.d.).

HE Zakučac locirana je na ušću rijeke Cetine, blizu grada Omiša. HE Zakučac najveće je postrojenje u porječju Cetine, a po instaliranoj snazi i po mogućoj proizvodnji električne energije najveća je hidroelektrana u Hrvatskoj. S dvije akumulacije (Peruća i Buško blato)

hidroelektrana ima mogućnost pokrivanja vršnog opterećenja elektroenergetskog sustava Hrvatske u najvećem dijelu godine. HE Zakučac građena je u dvije faze: 1961. i 1980. godine, te je u razdoblju od 2012. do 2017. kompletno obnovljena radi dotrajalosti opreme. Nizvodno od brane Prančevići krajem 2016. godine dovršena je izgradnja agregata biološkog minimuma MHE ABM Prančevići koja je spojena na akumulaciju Prančevići tlačnim cjevovodom. Time je osigurano da nizvodni dio Cetine trajno sačuva sve ljepote prirodnih kanjona i toka stare Cetine sve do ušća u Omišu (HEP, n.d.).

3.2. TURISTIČKE POSEBNOSTI CETINSKOG KRAJA

Cetina je svojim izuzetnim potencijalom za razvoj turizma važna za cijelo područje Splitsko-dalmatinske županije. Da bi se mogao ponuditi kvalitetan proizvod ili usluga na turističkom tržištu potrebno je valorizirati sve njezine prirodne i društvene resurse kako bi isti istaknuli atraktivnost određene destinacije i potaknuli dolasci turista i posjetitelja. Bez atrakcija kao što su primjerice krajobraz endemske vrste, gastronomski i enološki specijaliteti, narodna nošnja, manifestacije, festivali i ostali sadržaji destinacije ne može se očekivati uspjeh niti konkurentnost na turističkom tržištu (Radić Lakoš i Arbutina, 2017). Novi trendovi u turizmu pokazuju da su najvažniji razlozi za odabir i ponovni posjet destinaciji prirodne ljepote, kvaliteta smještaja, kulturne i povijesne atrakcije te cijene. Također, turisti sve više traže aktivne načine provođenja odmora, ali ih kombiniraju s učenjem o lokalnim znamenitostima. To je prilika za formiranje novih inovativnih i atraktivnih paket aranžmana kojim će se postići jedinstveni doživljaj gostiju i konkurentnost na tržištu (Radić Lakoš i Arbutina, 2017).

Područje toka rijeke Cetine obiluje kulturnom, materijalnom i nematerijalnom baštinom, prirodnim resursima očuvana priroda i povoljni klimatski uvjeti) koji čine izvrsnu bazu za stvaranje konkurentne prednosti destinacije. Prednost je i dobra prometna povezanost. Međutim, zbog nerazvijenosti destinacije kao tržišnog proizvoda, nedovoljne zaštite baštine i nedovoljno razvijene marketinške aktivnosti, područje toka Cetine nije turistički valorizirano na razini svojih potencijala. Cijelo to područje može se razviti u turističku destinaciju koja će biti autentična odražavajući svoju kulturnu tradiciju. Očuvanje vlastite lokalne kulture i identiteta trebao bi biti cilj (Radić Lakoš i Arbutina, 2017). Kašnjenje u donošenju strategije turističkog razvoja na nacionalnoj razini i programa razvoja pojedinih oblika turizma usporavaju napredak turizma na svim razinama (Curić i dr., 2013), od nacionalne do lokalne, pa je time pogođeno i područje Cetine.

Radić Lakoš i Arbutina (2017) u svome radu predlažu trodnevni aranžman koji bi obuhvaćao aktivnosti poput: obilaska grada Omiša i utvrde Mirabela, degustaciju lokalnih specijaliteta poput pohanih žaba, brudeta od jegulja ili tradicionalnog soparnika, rafting na rijeci Cetini, izlet u Radmanove mlinice i Kaštil Slanicu koji je spomenik kulture iz 16. stoljeća. Time su ujedinjene neke od prirodnih i društveno-kulturnih posebnosti cetinskog kraja.

Najprepoznatljiviji dijelovi turističke ponude ipak su Sinjska alka i rafting na Cetini. Sinjska alka (sl. 9a) poznata je viteška igra koja se održava svakog kolovoza povodom proslave pobjede nad Turcima u Sinjskoj bitki 1715. godine (Alka, n.d.). Osim igre, to je postala prepoznatljiva kulturno-povijesna manifestacija koja svake godine privuče mnoštvo posjetitelja u Sinj. Od 2010. godine nalazi se na UNESCO-vom popisu nematerijalne svjetske baštine u Europi. Osim toga, Sinj kao marijansko svetište u kolovozu privlači i mnoštvo vjerskih turista. Rafting na Cetini (sl. 9b) sve više dobiva na popularnosti, a o tome svjedoče brojne turističke ponude koje ga promoviraju. Za one avanturističkog duha nudi se uzbudljiv spust brzacima Cetine uz nezaboravan pogled na kanjon rijeke. Sve više se posjetitelja odlučuje i na mogućnost noćnog raftinga koji nudi još jedan oblik spoja rekreacije i zabave.



Sl. 9. Prepoznatljivi turistički doživljaji područja Cetine: a) Sinjska alka, b) rafting na Cetini

Izvor: Direktno i Cetina-adventure, n.d.

3.3. ZAŠTITA PORJEČJA CETINE

Rad hidroelektrana, lokalna industrija, poljoprivredna onečišćenja, ljudska nepažnja i slično predstavljaju prijetnje toku Cetine koji je ona oblikovala tijekom prošlih tisućljeća. Brojna istraživanja i radovi (Bonacci i dr., 2016; Bonacci i Roje-Bonacci, 2001; 2003; Prskalo i Žužul, 2019) ukazuju na činjenicu da je svaka od izgrađenih akumulacija utjecala na promjene u hidrološkom režimu. Iako je većina tih promjena pozitivno utjecala na proizvodnju električne energije, lošim rukovođenjem može se ozbiljno naštetiti sadašnjem stanju rijeke Cetine. Javlja se problem biološkog minimuma koji je dogovoren šezdesetih godina 20. stoljeća kada nije postojala ekološka svijest kakva je danas i kada je politika diktirala proizvodnju električne energije kao prioriteta. Unatoč činjenici da su se političke okolnosti i ekološka svijest promijenili, nije došlo i do promjena u upravljanju sustavom, a štetno djelovanje teško je odrediti pogotovo uzme li se u obzir da nulto stanje ekosustava prije izgradnje elektrana nije snimljeno (Bonacci i Roje-Bonacci, 2001).

Također, pozornost se treba obratiti i na činjenicu kako je to krško područje koje je zbog kompliciranih odnosa i veza između površinskih i podzemnih tokova otežano pratiti. Ljudsko djelovanje u kršu može uzrokovati promjene u tim odnosima i vezama, čime bi se mogle izmijeniti dosada utvrđene hidrogeološke razvodnice različitih porječja, što bi dovelo do određenih gubitaka vode, redistribucije vode, poplava, presušivanja izvora i tako dalje (Bonacci i dr., 2016). Kako bi se zaštitilo sadašnje stanje cjelokupnog hidrogeološkog porječja Cetine, važno je provođenje planova i mjera na međunarodnoj razini između Hrvatske i Bosne i Hercegovine kako bi se gospodarenje vodom uskladilo i bilo održivo (Mrđen i dr., 2018).

Nužno je prepoznati značaj pojedinih dijelova porječja i dodatno ih zakonom zaštititi. Tako je kanjon rijeke Cetine od ušća u Omišu uzvodno do Radmanovih mlinica (u dužini oko 8 km) proglašen i zaštićen kao značajni krajobraz 1963. godine (Radić Lakoš i Arbutina, 2017). Kao hidrološki spomenik prirode 1972. godine zaštićena se vrela rijeke Cetine. Glavna vrela su Veliko vrilo, Vukovića vrilo i Batica vrilo, a pažnju privlače bistrinom i modrozelenom bojom (Zwicker i dr., 2008).

4. ZAKLJUČAK

Rijeka Cetina svojim 105 km dugim površinskim tokom protječe od svojih vrela u podnožju Dinare do ušća u Jadranskom more kod Omiša. No, kao karakteristika krških rijeka tako i Cetine javlja se podzemno otjecanje vode. Nakon niza istraživanja odnosa i veza podzemnih voda, utvrđeno je da se topografsko porječje Cetine podzemnim vodama spaja s topografskim slijevom polja u kršu jugozapadne Bosne, tvoreći jedinstveno hidrogeološko porječje Cetine površine veće od 4000 km³.

Najveći površinski dio porječja čine planine. Većinom su građene od karbonata i pružaju se u dinarskom smjeru pružanja (SZ-JI). Na zaravnima nema površinskih tokova, a obilježava ih tipični reljefni oblik: ponikve. Za nastanak polja u kršu važna je tektonska predispozicija karbonatnih naslaga. Uz tok Cetine pruža se šest polja u kršu od kojih je Sinjsko najveće, no polja jugozapadne Bosne površinom su veća. Uz Cetinu se javljaju zone eocenskog fliša. Tijekom povijesti, Cetina je uz svoj tok usjekla niz sutjeski i kanjon, te je radom podzemnih voda nastalo mnoštvo endokrških reljefnih oblika.

Neki od najviših planinskih vrhova nalaze se na Dinari i Kamešnici, a oni predstavljaju orografsku granicu između zapadnog i istočnog dijela porječja, a pritom smanjuju maritimni utjecaj Jadranskog mora u unutrašnjosti Bosne. Tako se hidrogeološko porječje Cetine može podijeliti na dva dijela prema hidrometeorološkim značajkama: u jednom dominira utjecaj sredozemne klime, a u drugom umjereno topla vlažna klima. Takvi uvjeti omogućili su da padalinske vode stvore složeni protočni režim kišno-snježnog tipa s dva maksimuma i dva minimuma.

Naseljavanje Cetine započelo je još u neolitiku, te je od dolaska ilirskih plemena kontinuirano naseljeno. Snaga i potencijal rijeke Cetine nije se pretjerano iskorištavao sve do 20. stoljeća kada se gradi sedam hidroenergetskih postrojenja u svrhu proizvodnje električne energije. U tu svrhu sagrađene su i velika akumulacijska jezera: Buško blato u Livanjskom polju i Peruća na toku same rijeke. Posljednjih godina cetinski se kraj pokušava nametnuti kao turistička destinacija koja kombinira prirodne i društveno-kulturne posebnosti u jedinstveni proizvod. Međutim, kako bi se zaštitio prirodni i gospodarski značaj Cetine, važno je prepoznavanje i zaštita zakonom značajnih elemenata toka kao i održivo i odgovorno gospodarenje površinskim i podzemnim vodama u kršu.

Zaključno, Cetina i njen kraj predstavljaju važnu i nezamjenjivu sastavnicu prirodnih i društvenih geografskih obilježja u južnoj Dalmaciji. Kako bi se održalo stanje koje ne narušava odnose i veze u krškom reljefu, nužno je pratiti i dodatno istraživati te odnose.

5. LITERATURA

- Baučić, I., 1967: Cetina - razvoj reljefa i cirkulacija vode u kršu, *Acta Geographica Croatica*, 6 (1), 5-167
- Bonacci, O., Buzjak, N., Roje-Bonacci, T., 2016: Changes in hydrological regime caused by human intervention in karst: a case of the Rumin Springs, *Hydrological sciences journal*, 61, 13; 2387-2398 DOI:10.1080/0262
- Bonacci, O., Roje-Bonacci, T., 2000: 2. The basic natural characteristic of the Cetina River basin and its adjacent coastal area; 2.1. Natural characteristics of the river basin and the coast; 2.2 Hydrogeology and hydrogeology; u: *River Cetina Watershed and the Adjacent Coastal Area, Environmental and Socio.economic Profile* (ur. Madiraca, M. i dr.), UNEP/MAP/PAP, Split, 10-23
- Bonacci, O., Roje-Bonacci, T., 2001: Hidrološke promjene duž toka Cetine, *Hrvatske vode*, 9 (37), 395-408
- Bonacci, O., Roje-Bonacci, T., 2003: The influence of hydroelectrical development on the flow regime of the karstic river Cetina, *Hydrological Processes*, 17 (1), 1-15
- Borković, V., 1982: Historijsko - geografske osnove naseljavanja Cetine, *Hrvatski geografski glasnik*, 44 (1)
- Curić, Z., Glamuzina, N., Opačić, V. T., 2013: *Geografija turizma – regionalni pregled*, Naklada Ljevak, Zagreb, 256-257
- Čanjevac, I., 2013: Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj, *Hrvatski geografski glasnik*, 75 (1), 23-42, DOI:10.21861/HGG.2013.75.01.02
- Malez, M., 1954: Neke pećine i jame duž Cetine, *Hrvatski geografski glasnik*, 16-17 (1), 39-59
- Mrđen, D., Matković, I., Šarac, M., 2018: Izrada plana upravljanja vodnim područjem Jadranskog mora u Federaciji BiH, *e-Zbornik*, 8 (15), 76-84
- Prskalo, G., Žužul, A., 2019: Analiza mjesečnih i godišnjih protoka rijeke Cetina na vodomjernoj postaji Tisne Stine 1, *e-Zbornik*, 9 (17), 98-108
- Radić Lakoš, T., Arbutina, A., 2017: Turistička valorizacija rijeke Cetine, *Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku*, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 47-56
- Riđanović, J., 1983: Hidrogeografske značajke SR Hrvatske, *Hrvatski geografski glasnik*, 45.(1.), 33-41.
- Riđanović, J., 1993: *Hidrogeografija*, Školska knjiga, Zagreb

- Sikora, M., Mihanović, H., Vilibić, I., 2014: Paleo-coastline of the Central Eastern Adriatic Sea, and Paleo-Channels of the Cetina and Neretva rivers during the last glacial maximum, *Acta Adriatica*, 55 (1), 3-18
- Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb
- Zwicker, G., Žeger Pleše, I., Zupan, I., 2008: *Zaštićena geobaština Republike Hrvatske*, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb

6. IZVORI

1. *Alka*, n.d.: <https://www.alka.hr/alka-wiki> (2.9.2019.)
2. *Cetina-adventure*, n.d.: <https://cetina-adventure.com//images/photogallery/cetina-adventure-rafting-15.jpg> (2.9.2019.)
3. *Copernicus Land Monitoring Service - EU-DEM (EU-DEM)*, 2019: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem> (27.8.2019.)
4. *Direktno*, n.d.: https://direktno.hr/upload/images/thumb/cms-image-000015671_970xr.jpg (2.9.2019.)
5. *Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ)*, n.d.: <https://meteo.hr/> (2.9.2019.)
6. *Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine (FHMZBIH)*, n.d.: <http://atlasklime.fhmzbih.gov.ba/bs/data-access/reference-period/8> (2.9.2019.)
7. *Geofabrik*, 2019: <https://download.geofabrik.de/europe.html> (27.8.2019.)
8. *Godišnje izvješće 2018.*, Hrvatska elektroprivreda, 2019: http://www.hep.hr/UserDocsImages//dokumenti/Godisnje_izvjesce//2018godisnje.pdf (1.9.2019.)
9. *Hrvatska elektroprivreda (HEP)*, n.d.: <http://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/1528> (2.9.2019.)
10. *Hrvatski planinarski savez (HPS)*, n.d.: <https://www.hps.hr/info/dinara/> (26.8.2019.)
11. *Mapio*, n.d.: <https://mapio.net/images-p/24941668.jpg> (26.8.2019.)
12. *Youtube*, 2019: <https://www.youtube.com/watch?v=QSbPLpGakAs> (26.8.2019.)