Uređenje i revitalizacija hidrocentrale Jaruga

Linić, Toni

Graduate thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:157:720338

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-22**

Image not found or type unknown

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository

zir.nsk.hr

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI

GRAĐEVINSKI FAKULTET

TONI LINIĆ

UREĐENJE I REVITALIZACIJA HIDROCENTRALE JARUGA

Diplomski rad

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Stručni diplomski studij

Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi

Revitalizacija vodotoka

TONI LINIĆ

0114023569

UREĐENJE I REVITALIZACIJA HIDROCENTRALE JARUGA

Diplomski rad

Rijeka, 2024.

IZJAVA

Diplomski rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih gradevinskih propisa i znanstvenih dostignuca iz podrucja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlašnistva u odnosu na ovaj rad.

Toni Linić

U Rijeci, 18.09.2024.

ZAHVALA

Izražavam zahvalnost svojoj mentorici, prof.dr.sc. Nevenki Ožanić, dipl.ing.građ., za sav trud i vrijeme koje je uložila tijekom izrade ovog završnog rada. Njeni korisni savjeti učinili su ovaj rad mogućim.

Veliko hvala svim dugogodišnjim, bivšim i sadašnjim suradnicima s kojima sam dijelio nezaboravne trenutke na gradilištima, uključujući hidroelektranu Jaruga, uz koje su projekti uspješno završavani na zadovoljstvo svih uključenih.

Zahvaljujem se i kolegama i prijateljima koji su me godinama podržavali i pomagali mi prevladati sve prepreke, dovodeći me do ove točke.

Najviše zahvalnosti dugujem svojoj obitelji, koja me je neprestano podržavala tijekom cijelog studiranja. Bez njihove podrške, ovo ne bi bilo moguće.

HVALA!

SAŽETAK

Naslov rada: Uređenje i revitalizacija hidrocentrale jaruga

Student: Toni Linić

Mentor: prof. dr. sc. Nevenka Ožanić, dipl. ing. građ.

Studij: Specijalistički diplomski stručni studij

Kolegij: Revitalizacija vodotoka

Ovaj diplomski rad detaljno istražuje funkcije hidroelektrana, njihov radni princip, koristi i potencijalne izazove, kao i njihovu važnost u ekosustavu i ljudskim životima. Poseban fokus stavljen je na hidroelektranu Jaruga, jednu od najstarijih u Europi i drugu u svijetu, pri čemu su opisani svi aspekti njezinog funkcioniranja, procesi sanacije vidljivih i skrivenih dijelova te estetska obnova, s obzirom na njezinu poziciju podno skupine slapova rijeke Krke, koji su često prikazani na razglednicama nacionalnog parka. Također, rad obuhvaća plan revitalizacije vodotoka rijeke Krke oko hidroelektrane Jaruga s ciljem razvoja turističkog, muzejskog i kulturološkog centra. Ovaj centar ima za cilj ne samo educirati posjetitelje o hidroenergiji, električnoj energiji i njezinoj distribuciji, već i promicati povijesne vrijednosti tog područja te povezati predivan okoliš, floru i faunu s rastućim potrebama moderne zajednice. Kroz ovo istraživanje, naglašena je važnost održivog upravljanja hidroelektranama kao ključnog izvora obnovljive energije, uz istovremeno poštovanje prirodnih resursa i ekoloških standarda. Cilj je osigurati da hidroelektrane poput Jaruge ne samo da pridonose energetskoj neovisnosti, već i očuvanju prirodnog okoliša i kulturne baštine za buduće generacije.

Ključne riječi: voda, električna energija, hidroelektrana, transformacija, energetski utjecaj, obnovljivi izvori energije, strategija razvoja Republike Hrvatske, obnova hidroelektrane Jaruga, turizam, muzej, kultura, okoliš, rijeka Krka, distribucija, život

ABSTRACT

Title: Arrangement and revitalization of the Jaruga hydropower plant

Student: Toni Linić

Mentor: prof. Ph.D. Nevenka Ožanić, B.Sc. civil engineer

Study: Specialist Graduate Professional Study of Civil Engineering

Course: Revitalization of watercourses

This thesis examines in detail the functions of hydroelectric power plants, their working principle, benefits and potential challenges, as well as their importance in the ecosystem and human lives. A special focus is placed on the Jaruga hydroelectric power plant, one of the oldest in Europe and the second in the world, where all aspects of its functioning are described, the processes of rehabilitation of visible and hidden parts and aesthetic restoration, considering its position at the foot of the group of waterfalls of the Krka River, which are often shown on postcards of the national park. Also, the work includes a plan for the revitalization of the watercourse of the Krka River around the Jaruga hydroelectric plant with the aim of developing a tourist, museum and cultural center. This center aims not only to educate visitors about hydropower, electricity and its distribution, but also to promote the historical values of the area and connect the beautiful environment, flora and fauna with the growing needs of the modern community. Through this research, the importance of sustainable management of hydropower plants as a key source of renewable energy, while respecting natural resources and environmental standards, is emphasized. The goal is to ensure that hydropower plants like Jaruga not only contribute to energy independence, but also to the preservation of the natural environment and cultural heritage for future generations.

Key words: water, electricity, hydroelectric power plant, transformation, energy impact, renewable energy sources, development strategy of the Republic of Croatia, restoration of the Jaruga hydroelectric power plant, tourism, museum, culture, environment, Krka river, distribution, life

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. OPĆENITO O HIDROELEKTRANAMA 3

2.1. Povijest hidroelektrana 3

3. DIJELOVI I SASTAV HIDROELEKTRANA 6

3.1. Akumulacija vode 7

3.2. Brana hidroelektrane 8

3.3. Vodozahvat 9

3.4. Dovodni tunel ili kanal 10

3.5. Vodna komora 11

3.6. Tlačni cjevovod 12

3.7. Strojarnica 13

3.8. Vodne turbine 14

3.9. Generatori i transformatori 17

3.9.1. Generatori 17

3.9.2. Transformatori 18

3.10. Rasklopno postrojenje 19

3.11. Odvod vode 19

4. PODJELA HIDROELEKTRANA 20

4.1. Prema načinu korištenja 20

4.2. Prema smještaju samih postrojenja 21

4.3. Prema padu vodotoka ..... Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.

4.4. Ostali načini dijeljenja hidroelektrana 23

4.5. Prema instaliranoj snazi 24

5. PREDNOSTI I NEDOSTATCI HIDROELEKTRANA 27

5.1. Prednosti hidroelektrana 27

5.2. Nedostatci hidroelektrana ... 28

6. REVITALIZACIJA VODOTOKA ... 29

6.1. Općenito ... 29

6.2. „Step by step“ procedura ... 30

7. HIDROELEKTRANA JARUGA ... 34

7.1. Detaljnije o hidroelektrani Jaruga ... 35

7.2. Građevinska sanacija hidroelektrane Jaruga ... 38

8. REVITALIZACIJA PODRUČJA RIJEKE KRKE UZ HE JARUGA ... 40

8.1. Definiranje opsega ... 40

8.2. Analiza problema ... 41

8.3. Analiza rješenja ... 42

8.4. Završna faza ... 43

9. DETALJNA RAZRADA PREMA PROCEDURI ... 45

9.1. Definiranje opsega projekta ... 45

9.2. Definiranje opsega PRV-a na rijeci Krki uz HE Jarugu ... 47

9.3. Opis stvarnog stanja ... 50

9.4. Opis stvarnog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu ... 55

9.5. Opis željenog stanja ... 58

9.6. Opis željenog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu ... 62

9.7. Analiza razlike stvarnog i željenog stanja ... 64

9.8. Analiza razlike stvarnog i željenog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu ... 66

10. ZAKLJUČAK ... 68

10. LITERATURA ... 70

11. NACRTNA DOKUMENTACIJA ... 73

Popis slika

Slika 1: Hidroelektrana i shema rada [4] ... 3
Slika 2: Primjer vodeničkog kotača [4] ... 3
Slika 3: Hidroelektrana pozicionirana na rijeci Niagara [10] ... 4
Slika 4: Hidroelektrane Jaruga I i II iz zraka [4] ... 5
Slika 5: Dijelovi hidroelektrane [4] ... 6
Slika 6: Akumulacija vode [8] ... 7
Slika 7: Hooverova lučna brana [6] ... 8
Slika 8: Vodozahvat hidroelektrane [4] ... 9
Slika 9: Uzdužni presjek dovodnog tunela HE Rijeka [4] ... 10
Slika 10: Vodna komora [4] ... 11
Slika 11: Tlačni cjevovod [4] ... 12
Slika 12: Strojarnica hidroelektrane [4] ... 13
Slika 13: Turbina: Peltonova [4] ... 14
Slika 14: Turbina: Kaplanova [4] ... 15
Slika 15: Turbina: Francisova [4] ... 16
Slika 16: Generator napona [8] ... 17
Slika 17: Transformator napona [4] ... 18
Slika 18: Presjek protočne hidroelektrane [2] ... 20
Slika 19: Presjek reverzibilne hidroelektrane [4] ... 21
Slika 20: Klasična hidroelektrana [13] ... 22
Slika 21: Primjer ljuljajućeg uređaja na valove [13] ... 22
Slika 22: Presjek pribranske hidroelektrane [14] ... 23
Slika 23: Presjek derivacijske hidroelektrane [15] ... 24
Slika 24: Hidroelektrana u Kini na rijeci Jangce: Tri klanca [4] ... 25
Slika 25: Mala hidroelektrana [4] ... 26
Slika 26: Opća shema izrade Plana revitalizacije vodotoka [17] ... 30
Slika 27: Sedam koraka za izradu Plana revitalizacije vodotoka [17] ... 31
Slika 28: Elementi koje treba uvažiti u svakom koraku [17] ... 32
Slika 29: Opća procedura izrade plana revitalizacije vodotoka 1 [17] ... 33
Slika 30: Opća procedura izrade plana revitalizacije vodotoka 2 [17] ... 33
Slika 31: HE Jaruga I i HE Jaruga II neposredno nakon izgradnje [6] ... 34
Slika 32: Pregledna situacija HE Jaruga i okoline [6] ... 35

Slika 33: Uzdužni presjek postrojenja HE Jaruga [6] 36
Slika 34: Tlocrt strojarnice HE Jaruga [6] 37
Slika 35: Unutrašnjost strojarnice HE Jaruga [8] 38
Slika 36: Bliži prikaz zahvata [22] 48
Slika 37: Karta pozicija i puteva uz rijeku Krku [23] 49
Slika 38: Broj posjetitelja NP „Krka“ [24] 52
Slika 39: Struktura posjetitelja NP „Krka“ [24] 53
Slika 40: Informativna pozicija uz rijeku Krku [24] 56
Slika 41: Zabrana kupanja u rijeci Krki [25] 57
Slika 42: Novo stanje [8] 62
Slika 43: Stvarno i željeno stanje skradinskog buka [24] 66

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je vrlo izražajna sama po sebi. Ipak, ovdje ćemo ukratko predstaviti rad, definicije, elemente, tehnologiju i druge stručne, strukturne i operativne karakteristike hidroelektrana, s posebnim naglaskom na hidroelektranu Jaruga i njen okoliš.

Hidroelektrane predstavljaju jedno od ključnih strateško-energetskih postrojenja širom svijeta, čineći važan segment u proizvodnji, distribuciji i potrošnji električne energije. Njihov nastanak i rad zahtijevaju sinergiju građevinskih, hidroloških, strojarskih, električarskih i mnogih drugih stručnjaka koji direktno ili indirektno doprinose funkcionalnosti hidroelektrana. [1, 2, 3]

Kao i kod svakog postrojenja, građevine ili sklopa, hidroelektrane se suočavaju s određenim problemima kao što su starost i održavanje elemenata, te održavanje rada za proizvodnju potrebne električne energije, što uključuje osiguranje dovoljnog dotoka vode (vremenske prilike, vodostaji, itd.). Dodatni izazovi uključuju remonti, turizam, ekologiju, te potrebe stanovništva i ostalih postrojenja na koje hidroelektrane utječu. Također, suočavamo se s problemom sve veće nestašice vode i prevelike ovisnosti hidroelektrana o vodi, što vodi do sve češće izgradnje solarnih elektrana koje koriste sunčevu energiju kao obnovljivi izvor. [1, 2, 3]

Hrvatska, sa svojom bogatom poviješću po pitanju hidroelektrana, bila je jedna od prvih zemalja na svijetu s vlastitom hidroelektranom, hidroelektranom Jaruga. Izgrađena prema Teslinom modelu, bila je druga u svijetu, prva u Europi, i prva koja je odmah po uključenju isporučila izmjeničnu struju. Smještena na toku rijeke Krke, hidroelektrana Jaruga ponos je cijele Hrvatske.

Cilj ovog rada je približiti svrhu korištenja hidropotencijala široj javnosti kako bi se povećala svijest o upotrebi prirodnih izvora energije i smanjenju zagađenja našeg planeta. Također, rad nastoji istaknuti potencijale koji mogu donijeti ne samo profit, već i dodatnu brigu o okolišu te promovirati ljepote Hrvatske.

Stoga će ovaj rad prikazati revitalizaciju vodotoka rijeke Krke uz hidroelektranu Jaruga kroz proceduru „Step by step“ kojom bi smo željeli doprinijeti pronalasku zajedničkog života industrije i prirode.

Velika većina svih svjetskih postrojenja služe isključivo za preradu materijala ili proizvodnju neke od vrsta energije, ali malo koje postrojenje ima mogućnost kao hidroelektrana Jaruga.

Ona svojim raznolikim krajolikom koji ju okružuje ima ogromni turistički potencijal u privlačenju ljudi iz svih krajeva svijeta koji bi šetnjom kroz prirodu mogli upoznati određene sastavne dijelove postrojenja, način njihovog rada te njihov utjecaj na okolinu.

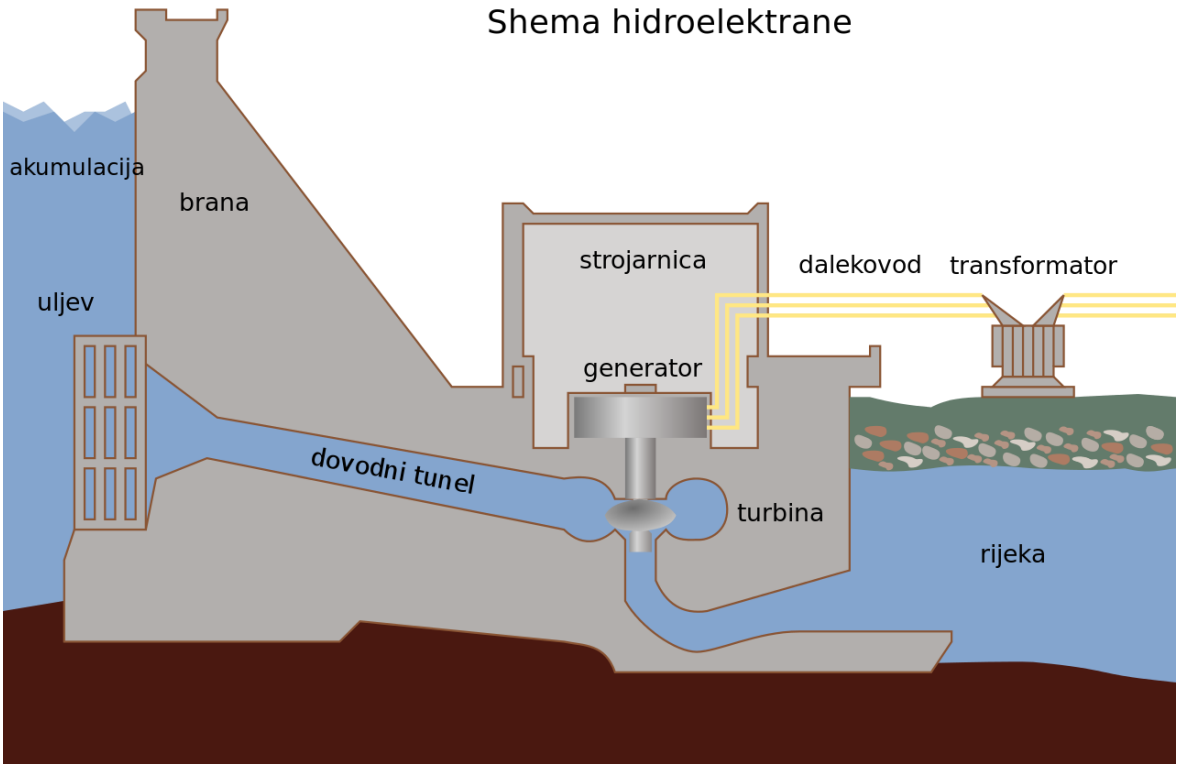
Dakako, ovim načinom pristupa bilo bi potrebno jasno definirati načine odrađivanja određenih tura obilazaka uz određene restrikcije koje bi za svrhu imale isključivo očuvanje prirode. Važno bi bilo omogućiti nekoliko ruta i načina obilaska kako bi se prilagodili ljudima razne dobi života kao i prema interesu određenih skupina jer ipak, ne dođu svi sa istim interesima.

Iako su termo i nuklearna postrojenja i dalje vodeća u proizvodnji električne energije, hidroelektrane sve više dobivaju na značaju. U posljednjih desetak godina, proizvodnja energije iz hidroelektrana porasla je za 50%. [1, 2, 3]

2. OPĆENITO O HIDROELEKTRANAMA

Hidroelektranom nazivamo pogon koje u širem smislu obuhvaća mnoge građevine i manje pogone koja služe za sljedeće svrhe: prikupljanje te dovođenje i odvođenje vode, pretvorbu te transformaciju i distribuciju električne energije i za smještaj te upravljanje cijelim sustavom (Slika 1). [2]

Potencijalnu energiju vode treba pretvoriti u kinetičku energiju njenog strujanja, a zatim u mehaničku energiju rotacije turbine kako bi se proizvela električna energija u generatoru. [2]



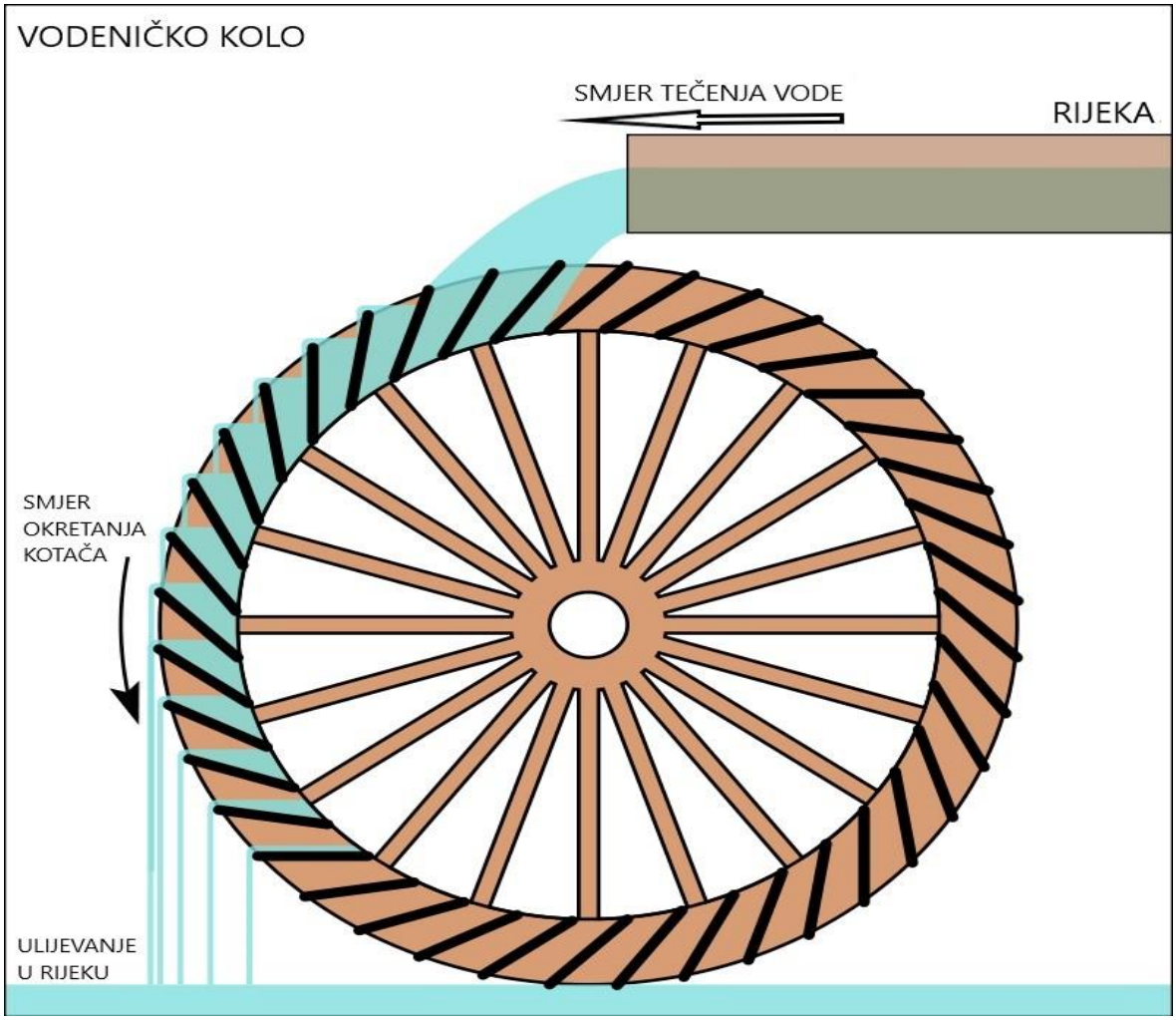
Slika 1: Hidroelektrana i shema rada [4]

2.1. Povijest hidroelektrana

Prije 8000 godina, Mezopotamija i drevni Egipat koristili su hidroenergiju za razne svrhe. Koristili su različite alate za dovođenje vode radi navodnjavanja poljoprivrednih površina. Perzijanci i Marokanci su kasnije koristili vodene satove, poput klepsidri, za reguliranje dovoda svježe vode tijekom sušnih razdoblja. [5]

Najpoznatije metode korištenja vode kao izvora energije u prošlosti uključivale su vodeničko kolo (Slika 2) i vodenicu, koje su se koristile za mljevenje žita u brašno te za ispiranje zlata, olova i kositra u rudnicima. Te tehnike se danas smatraju zastarjelim, ali su imale značajnu ulogu u povijesti industrijske upotrebe vode kao energije. [5]

Sve navedeno doprinijelo je razvoju hidrauličnog rudarstva, posebno populariziranog tijekom zlatne groznice u Americi. Tada se intenzivno koristilo ispiranje zlatnih naslaga visokotlačnom vodom. [5]



Slika 2: Primjer vodeničkog kotača [4]

O prvim se hidroelektranama može čitati kroz razne povijesne zapise. Bez obzira na to kojim izvorima koristimo, Hrvatska se nalazi u samom vrhu sa činjenicom da je imala drugu hidroelektranu na svijetu, te prvu u Europi.

Da krenemo od početka. Prva službeno priznata hidroelektrana spominje se na rijeci Niagari (Slika 3), poznata po patentu izmjenične struje koji je razvio Nikola Tesla. Prema zapisima, hidroelektrana na Niagari izgrađena je 1881. godine i od tada proizvodi električnu energiju. Međutim, prvu stvarnu isporuku električne energije imala je tek 1995. godine, konkretno 26. kolovoza, samo dva dana prije hidroelektrane Jaruga (Slika 4), smještene na rijeci Krki.

Slika 3: Hidroelektrana pozicionirana na rijeci Niagara [10]

Nemoguće je uspoređivati hidroelektrane Niagara i hidroelektrane Jaruga, ali isto tako se ne mogu usporediti rijeka Niagara i Krka. Razumljivo je da na rijeci Krki, kao i općenito u Hrvatskoj, nema dovoljno prostora ni mogućnosti za gradnju hidroelektrane iste veličine i kapaciteta kao hidroelektrana Niagara.

Hidroelektrana Jaruga je pozicionirana na Skradinskom buku, najkaskadnijem dijelu rijeke Krke. Već prvog dana rada počela je s dostavom električne energije, prvenstveno za osvjetljavanje male ulice u Šibeniku, ali i za potrebe okolnih postrojenja. Prva faza izgradnje nosi naziv Jaruga I, dok je već sljedeće godine započeta gradnja Jaruga II na poziciji uz prvu. Jaruga II puštena je u rad 1903. godine i dan danas radi prema istoj koncepciji. [6]

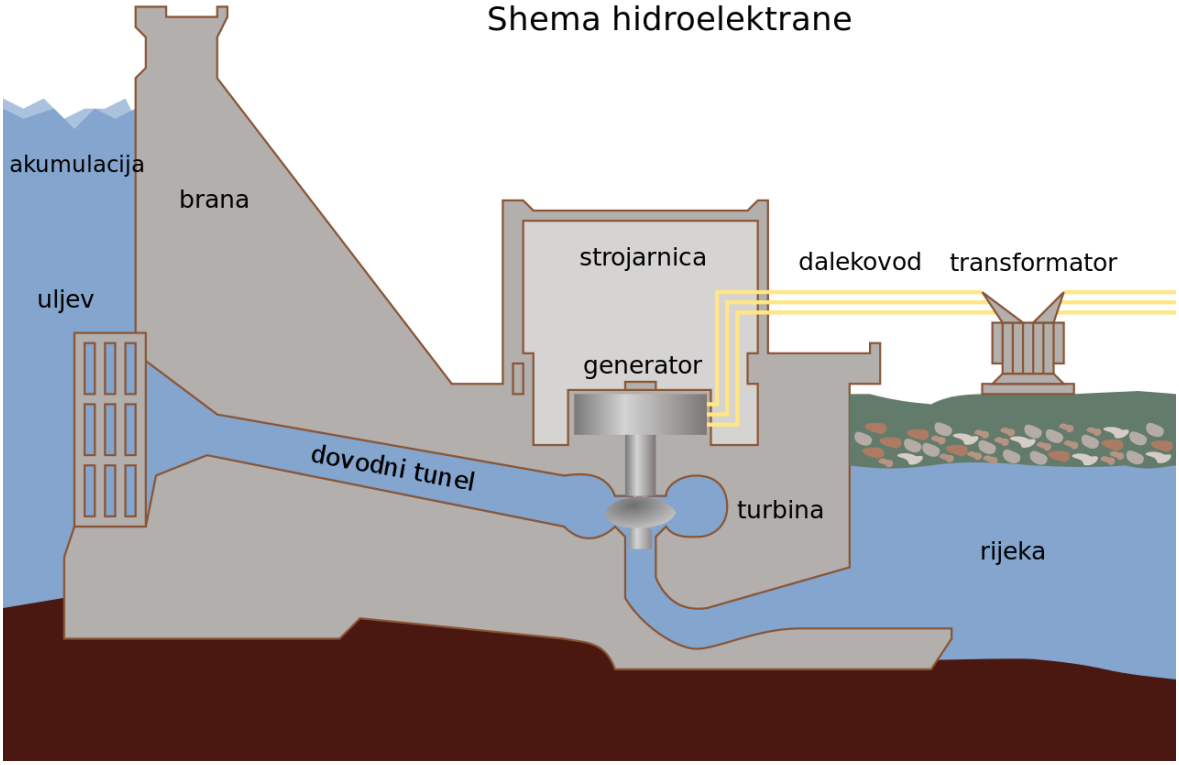
Samim rečenim, Hrvatska se nalazi među predvodnicima proizvodnje i korištenju električne energije iz hidroloških izvora energije modernog doba.

Slika 4: Hidroelektrane Jaruga I i II iz zraka [4]

3. DIJELOVI I SASTAV HIDROELEKTRANA

Hidroelektrane su u građevinski gledano, najveći i najzahtjevniji pogoni koji se grade na vrlo velikim površinama, bilo da se radi o vanjskim ili ukopanim pozicijama. One se sastoje od nekoliko elemenata i mehanizama koji zajedno tvore složenu cjelinu namijenjenu proizvodnji i isporuci električne energije tijekom dugih razdoblja. U nastavku ćemo sažeto proći kroz dijelove hidroelektrane (Slika 5) te objasniti njihov rad. [2]

Osnovni dijelovi su: akumulacija vode, vodozahvat, brana ili pregrada, dovodni kanal ili tunel, tlačni cjevovod, vodna komora, strojarnica, rasklopno postrojenje i odvod vode iz strojarnice. [2]



Slika 5: Dijelovi hidroelektrane [4]

3.1. Akumulacija vode

Akumulacija vode (Slika 6) je lokacija gdje se zadržava velika količina vode, kontrolirana različitim upravljačkim sustavima. To može biti proširenje riječnog korita, umjetno jezero ili područje zatvoreno branom. Akumulacija vode služi kao početna točka za zahvate, brane, tunele i kanale kroz koje se voda usmjerava prema hidroelektranama. [7]

Slika 6: Akumulacija vode [8]

3.2. Brana hidroelektrane

Brane, kao na primjer Hooverova lučna (Slika 7) su kompleksne građevine koje se grade na rijekama različitih veličina, ovisno o njihovoj poziciji i potrebama. One služe za preusmjeravanje tokova vode, korištenje hidroenergije, zaštitu stanovništva, navodnjavanje i slično, pri čemu se najčešće koriste za potrebe hidroelektrana, odnosno za usmjeravanje vode prema njihovim zahvatima. [9]

Slika 7: Hooverova lučna brana [6]

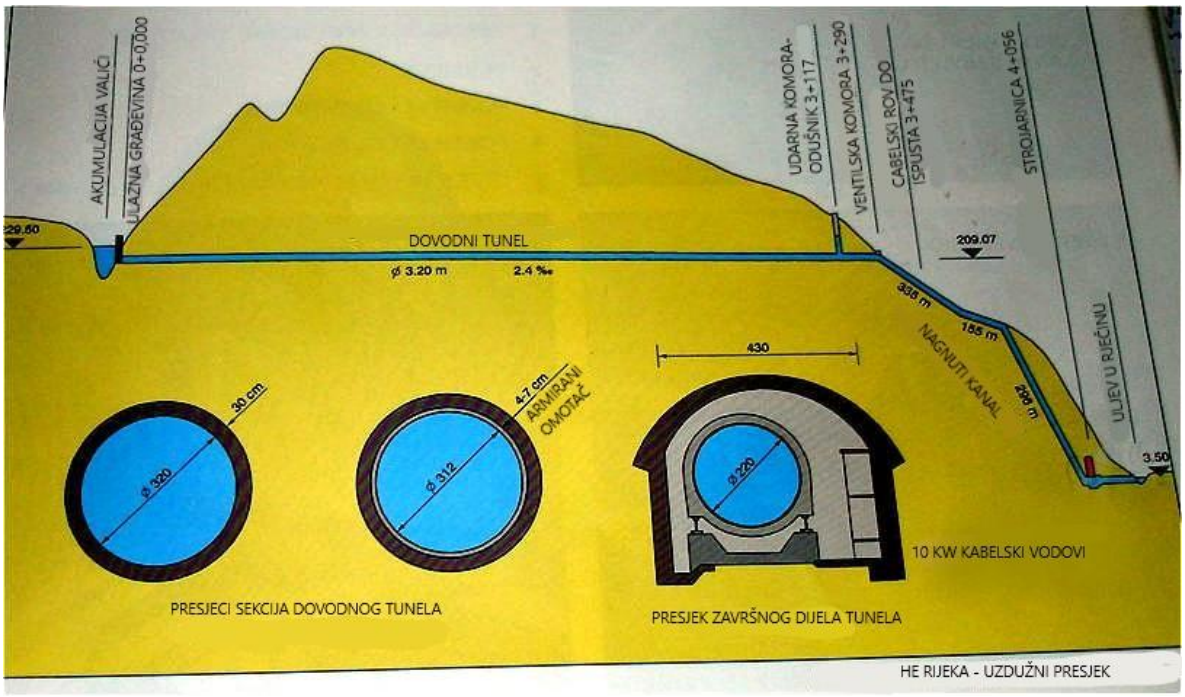
3.3. Vodozahvat

Kako bi vodu usmjerili prema dovodu tj. Turbini i time smanjili količine ostataka i taloga, gradi se vodozahvat (Slika 8). Obično je izgrađen od armiranog betona u kombinaciji s rešetkama, najčešće čeličnim, koje sprječavaju prolazak nečistoća, te čeličnim vratima koja služe kao ventili. Postoje vodozahvati na površini vode - kod niske pregrade te ispod površine vode u slučaju promjenjive razine vode. [2]

Slika 8: Vodozahvat hidroelektrane [4]

3.4. Dovodni tunel ili kanal

Dovodni tuneli (Slika 9), kao što sam naziv implicira, služe za dovod vode do lokacija gdje se koristi, poput vodnih komora kojima je najpovoljniji kružni presjek ili presjek u obliku potkove, a sve zbog hidrauličkih i statičkih parametara i koji se koristi kada su unutarnji tlakovi niski.



Slika 9: Uzdužni presjek dovodnog tunela HE Rijeka [4]

3.5. Vodna komora

Tromost vode može se smanjiti izradom vodne komore (Slika 10), što omogućuje postizanje potrebne brzine i snage vode na vodenim turbinama za proizvodnju električne energije, a one su ujedno i posljednje točke prije nego što voda krene kroz tlačne cjevovode prema turbinama, stoga je važno obratiti pažnju na kvalitetu i čistoću vode koja prolazi kroz njih.

Slika 10: Vodna komora [4]

3.6. Tlačni cjevovod

Tlačni cjevovodi (Slika 11) se izvode kako bi vodu doveli iz vodozahvata ili vodne komore. Materijal za manje padove je beton, a kod velikih padova čelik. Mogu biti na vidljivi ili skriveni odnosno, površinski ili ukopani, a zbog omogućavanja pregleda i sanacije cjevovoda u slučaju oštećenja, na početku se postavljaju glavni i pomoćni ventili, kao i tablasti zatvarači (često isti kao i oni na ulazu u vodnu komoru). [2]

Slika 11: Tlačni cjevovod [4]

3.7. Strojarnica

Strojarnica (Slika 12) je građevina u kojoj se smještaju upravljački pult, pomoćni uređaji za pokretanje, servisiranje i popravke, turbine, preklopni uređaji, generatori i ostali uređaji potrebni za neometani rad hidroelektrane. [10]

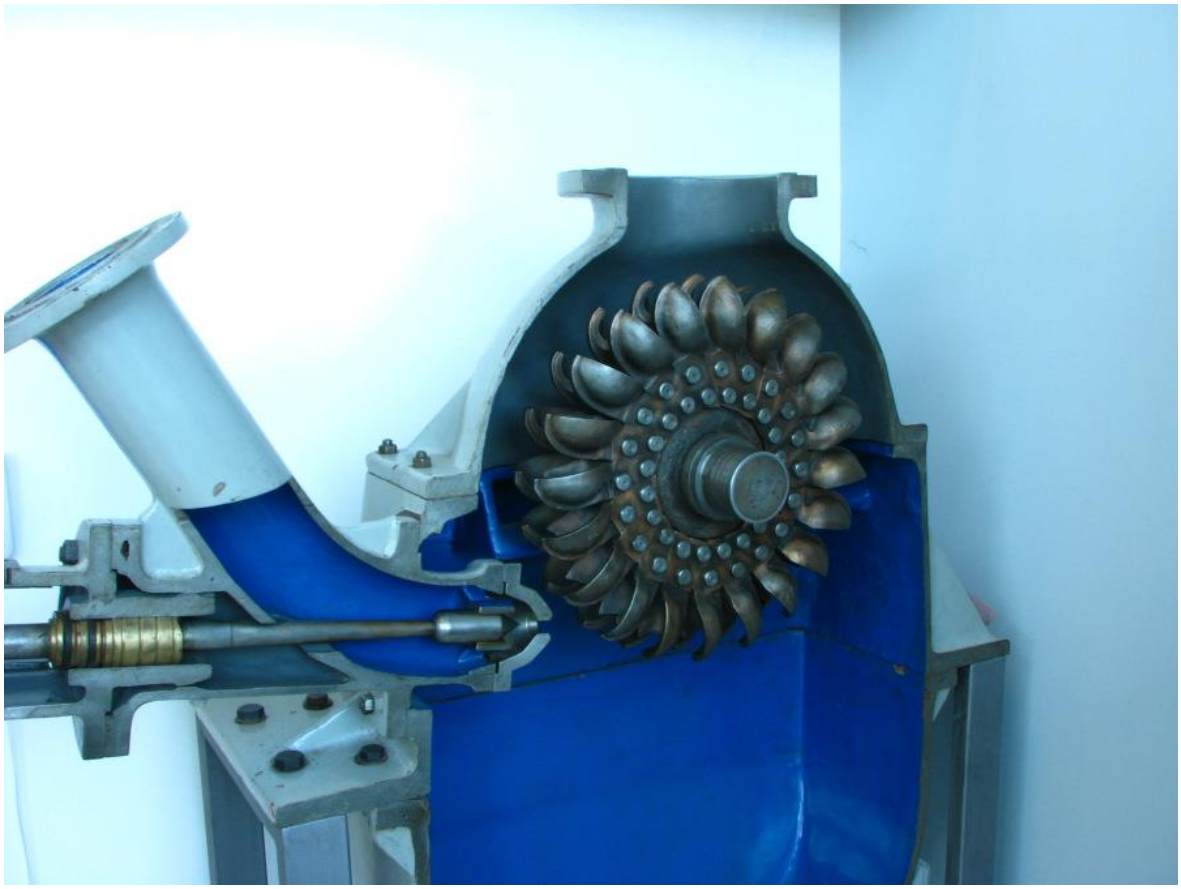
Ona je srce hidroelektrane, kroz čije turbine voda prolazi zbog proizvodnje električne energije u generatorima. Nakon toga, voda se iz strojarnice otpušta natrag u rijeku, dok se električna energija distribuira putem transformatora i dalekovoda.

Slika 12: Strojarnica hidroelektrane [4]

3.8. Vodne turbine

Dvije su osnovne vrste turbina i to su akcijske (slobodnog tlaka) i reakcijske (predtlačne) turbine. Njihov rad ovisi o protoku, padu i tlaku koji se javljaju tijekom rada, kao i o vrsti hidroelektrane te načinu transformacije energije. [11]

Najpoznatiji tip ove vrste turbine je Peltonova turbina (Slika 13), a izvodi se sa jednom ili više mlaznica u koje se smještaju uređaji za regulaciju protoka. [11]

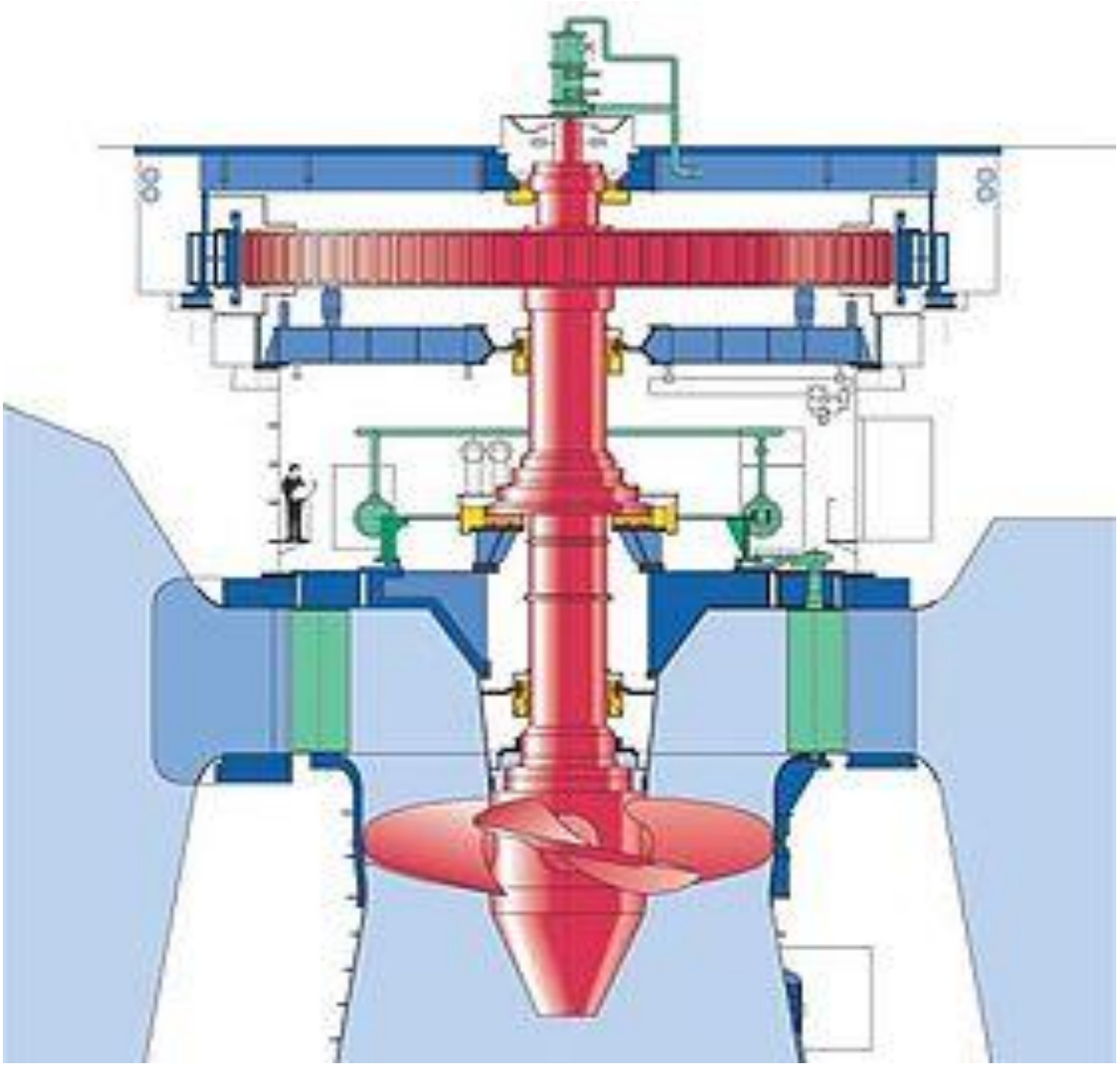


Slika 13: Turbina: Peltonova [4]

Veći tlak na ulazu u odnosu na izlaz, imaju Reakcijske turbine pri čemu su lopatice potopljene u vodi. Ove turbine se koriste za male padove, visoki protok i nizak tlak.

Obrtno kolo transformira energiju pritiska, potencijalnu i kinetičku energiju vode u mehaničku energiju rotacije u protočnom traktu pod tlakom. [11]

Osnovni tipovi reakcijskih turbina su Kaplanova (Slika 14) i Francisova turbina (Slika 15).



Slika 14: Turbina: Kaplanova [4]

Slika 15: Turbina: Francisova [4]

3.9. Generatori i transformatori

3.9.1. Generatori

Generatori (Slika 16) su rotacijski uređaji u kojima se rotor pokreće vanjskim pogonom, kao što je turbina u našem slučaju. Rotor je smješten unutar statora, a električna energija proizvodi se pomoću magnetskih polja koja nastaju u prostoru između njih. [11]

Slika 16: Generator napona [8]

3.9.2. Transformatori

Transformator (Slika 17), kao što mu ime sugerira, transformira, u generatoru dobiveni visoki napon u niži napon radi daljnje distribucije električne energije, čime se sprječava oštećenje vodova koji vode do krajnjih korisnika. Vodovi koji se zagrijavaju zbog prolaska struje kroz njih prenose električnu energiju do krajnjih korisnika. [11]

Slika 17: Transformator napona [4]

3.10. Rasklopno postrojenje

Rasklopno postrojenje predstavlja vezu između hidroelektrane i elektroenergetskog sustava, smješteno u neposrednoj blizini strojarnice. U rasklopnom postrojenju se električna energija koja se proizvodi transformira prema parametrima sustava i isporučuje u elektroenergetski sustav. [2]

3.11. Odvod vode

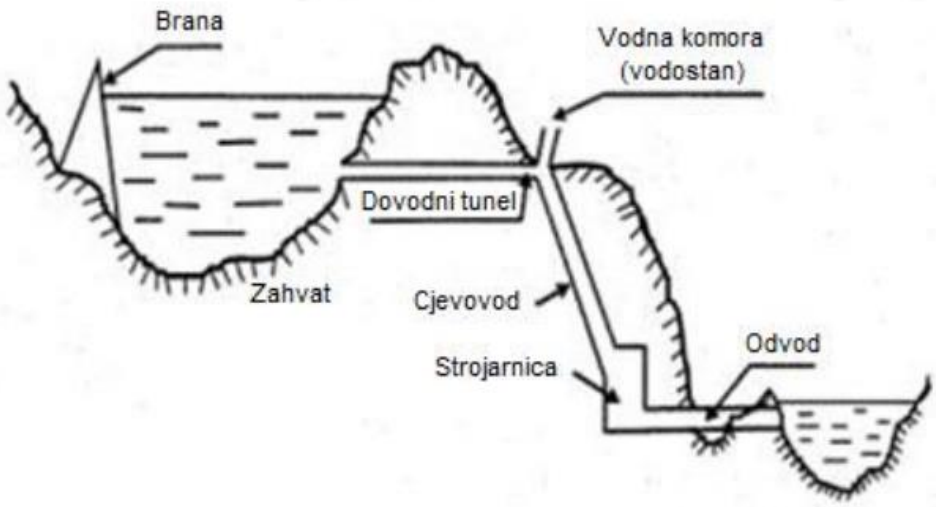
Nakon što se voda iskoristi u hidroelektrani, potrebno ju je dalje pustiti u tok rijeke pomoću različitih vrsta ispusta, kroz kanale ili tunele. [2]

4. PODJELA HIDROELEKTRANA

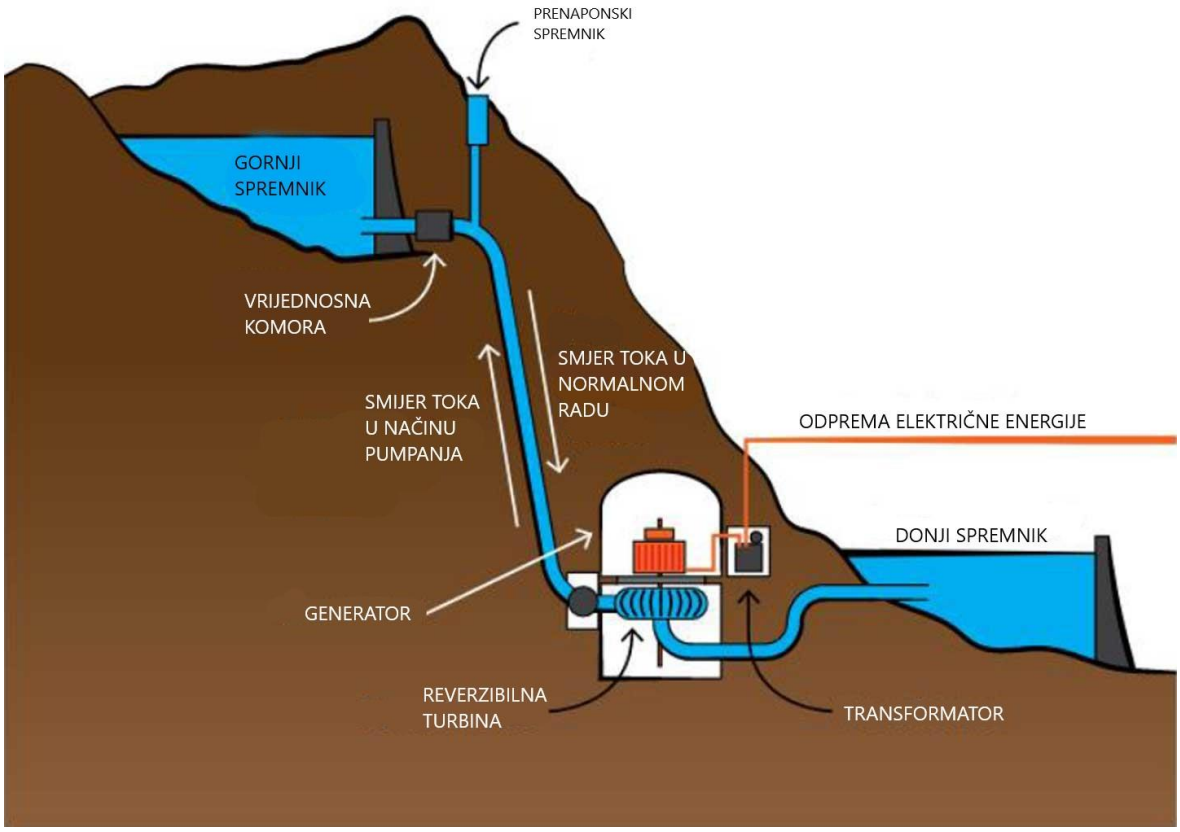
Hidroelektrane se klasificiraju prema različitim kriterijima, uključujući njihovu lokaciju, pad vodotoka, način korištenja vode, volumen akumulacijskog bazena, smještaj strojarnice, ulogu u elektroenergetskom sustavu, snagu i slično. U nastavku ćemo navesti vrste podjele i dati kratak opis svake od njih. [11]

4.1. Prema načinu korištenja

Po tipu korištenja regulacije protoka, odnosno korišenju vode, hidroelektrane dijelimo na akumulacijske, protočne (Slika 18) i reverzibilne ili crpno-akumulacijske (Slika 19). [11]



Slika 18: Presjek protočne hidroelektrane [2]



Slika 19: Presjek reverzibilne hidroelektrane [4]

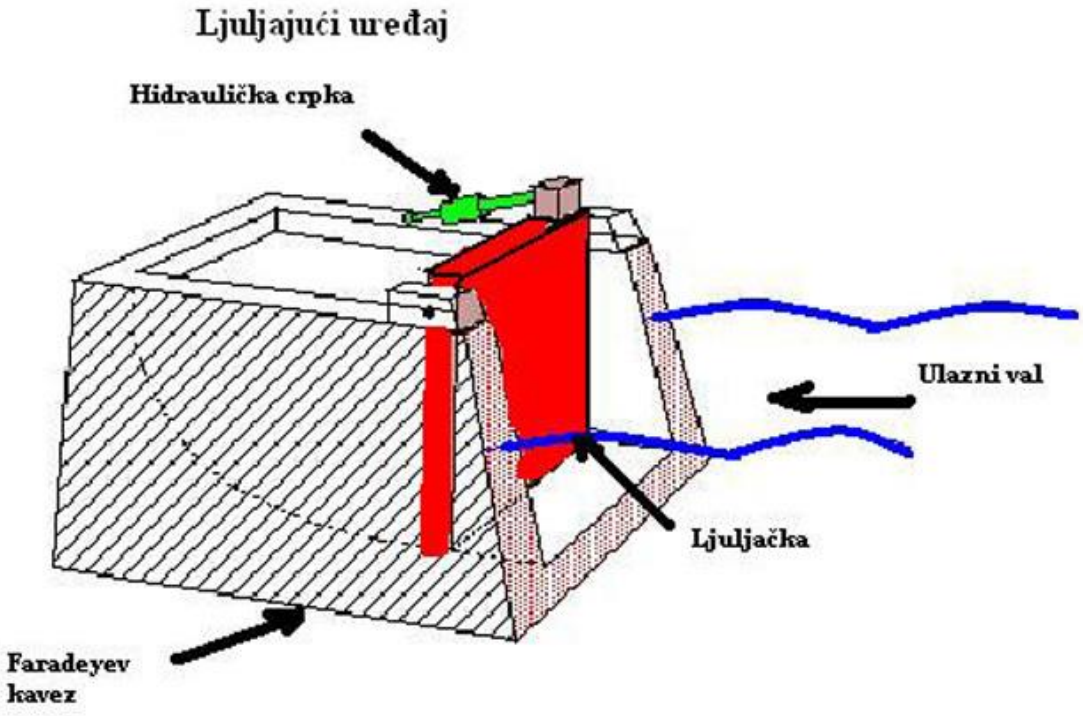
4.2. Prema smještaju samih postrojenja

Hidroelektrane se smještaju prema vodenom toku čiju energiju iskorištavaju, a mogu biti klasične (smještene na rijekama, potocima, kanalima), na morske valove ili na morske mijene (plimu i oseku). [12]

Sve navedene hidroelektrane spadaju u klasične hidroelektrane (Slika 20) jer se pod klasičnim postrojenjima smatraju ona koja su izgrađena na kopnu i iskorištavaju energiju iz rijeka, potoka, kanala i sličnih vodenih tokova.

Slika 20: Klasična hidroelektrana [13]

Hidroelektrane koje koriste valove (Slika 21) koriste obnovljivi izvor energije koji nastaje zbog djelovanja vjetra na površinu vodenog tijela.



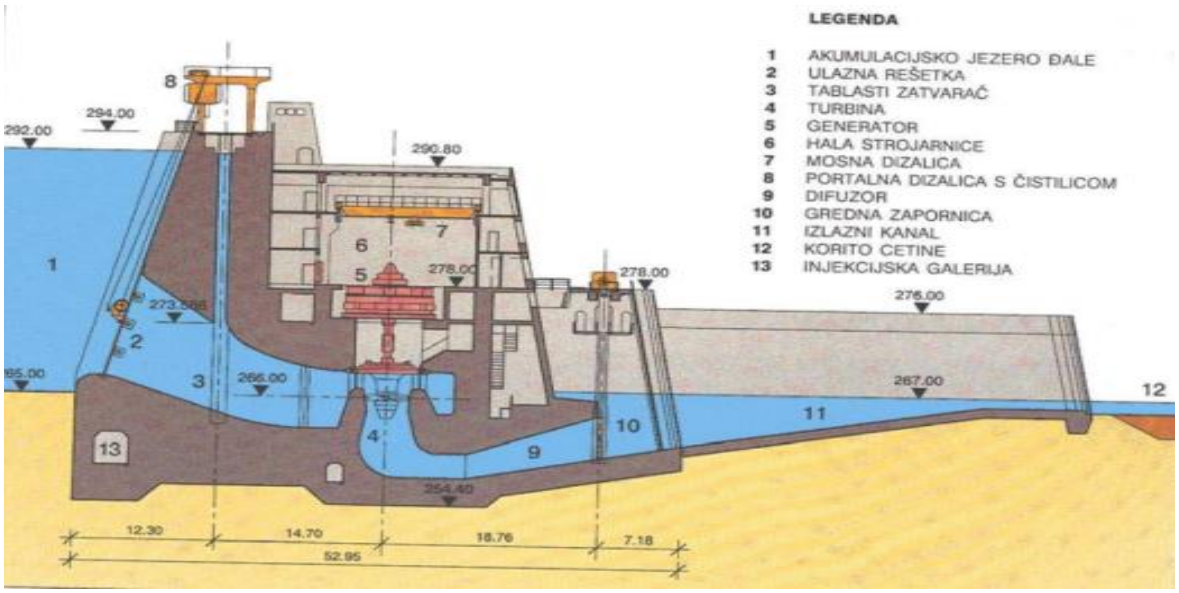
Slika 21: Primjer ljuljajućeg uređaja na valove [13]

4.3. Ostali načini dijeljenja hidroelektrana

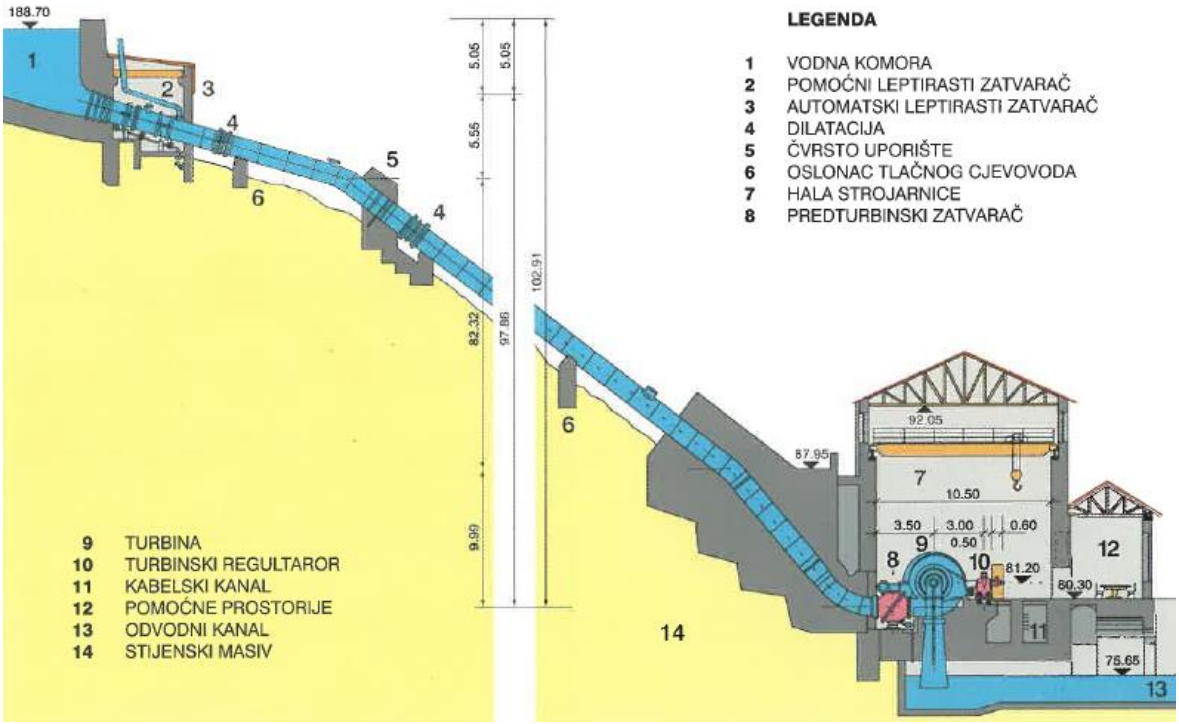
S obzirom na pad vodotoka odnosno, visinskoj razlici ispusta i zahvata vode prepoznajemo niskotlačne, srednjetlačne i visokotlačne. [2]

Određuju se prema veličini i načinu punjenja akumulacije, odnosno, vremenskim odabirom punjenja iste, a tu razlikujemo hidroelektrane sa dnevnom akumulacijom, sezonskom akumulacijom i godišnjim akumulacijama.[2]

Prema udaljenosti strojarnice od brane postoje hidroelektrane kod kojih se strojarnica nalazi neposredno pored brane, pribranske (Slika 22) ili udaljene od brane, derivacijske (Slika 23). [2]



Slika 22: Presjek pribranske hidroelektrane [14]



Slika 23: Presjek derivacijske hidroelektrane [15]

4.4. Prema instaliranoj snazi

Poznate su nam četiri glavne kategorije prema učinku ili snazi hidroelektrane: velike, male, mikro i piko hidroelektrane. Ovisno o području svijeta, postoje varijacije u gornjim i donjim granicama snage velikih i malih hidroelektrana. [12]

Razumljivo je da Hrvatska ne može imati istu raznolikost i razmjer hidroelektrana kao Kina ili slične zemlje, zbog razlika u hidrološkim kapacitetima. U Hrvatskoj, hidroelektrane s snagom između 50 i 5000 kW klasificiraju se kao male hidroelektrane. [12]

Velike hidroelektrane zaista imaju značajan utjecaj na okoliš. Njihova izgradnja može biti devastirajuća za šire područje koje obuhvaćaju. Milijuni četvornih metara zemlje često se potapaju zbog izgradnje akumulacija, što uzrokuje poplavljenje površina i stvaranje umjetnih jezera. Ovo može rezultirati značajnim promjenama u okolišu, uključujući gubitak ekosustava, migraciju ljudi i značajne promjene u hidrološkim režimima. Također, stvaranje umjetnih jezera dovodi do nakupljanja velikih količina sedimenta i drugih materijala, što može uzrokovati dugoročno onečišćenje i promjene u kvaliteti vode. Trenutno najveća hidroelektrana po instaliranoj snazi je hidroelektrana Tri klanca (Slika 24) u Kini sa branom na rijeci Jangce, a njena snaga je nevjerovatnih 22,5 GW. [12]

Slika 24: Hidroelektrana u Kini na rijeci Jangce: Tri klanca [4]

Male hidroelektrane znatno se razlikuju od jedne zemlje do druge, ovisno o lokalnim standardima, hidrološkim, meteorološkim, topografskim i morfološkim značajkama lokacije, kao i o razini tehnološkog razvoja i ekonomskom standardu. [12]

Jedna od takvih u Hrvatskoj je hidroelektrana Roški slap (Slika 25) za čiju izgradnju je izmjena okoliša bila minimalistička. [12]

Slika 25: Mala hidroelektrana [4]

5. PREDNOSTI I NEDOSTATCI HIDROELEKTRANA

Svako postrojenje, uključujući i hidroelektrane, ima svoje prednosti i nedostatke prilikom gradnje u prirodi. Ovisno o lokaciji gradnje, blizini drugih zgrada i ustanova te prirodnih staništa, hidroelektrane mogu imati značajan utjecaj na biljni i životinjski svijet, kao i na živote ljudi. [3]

5.1. Prednosti hidroelektrana

Tri glavne prednosti hidroelektrana koje se često ističu su smanjena emisija stakleničkih plinova, ekonomska isplativost te dodatne funkcije umjetnih jezera.

Što se tiče emisije stakleničkih plinova, kad se promatra samo proizvodnja električne energije u hidroelektranama, ta emisija je praktički eliminirana. Međutim, kada se uzme u obzir čitav sustav hidroelektrane koji uključuje branu, turbine, električni generator te hidro akumulacijsko jezero, situacija postaje složenija. Općenito, hidroelektrane pridonose smanjenju stakleničkih plinova jer se smatraju izvorom obnovljive energije. Studije su pokazale da su hidroelektrane među najmanjim proizvođačima stakleničkih plinova među svim izvorima energije. [3]

U ekonomskom smislu, hidroelektrane imaju niz prednosti. One nisu ovisne o fosilnim gorivima za svoj rad, što ih čini ekonomski isplativijima u dugoročnom planu. Modernizacija i automatizacija današnjih hidroelektrana smanjuju potrebu za ljudskim osobljem. Za razliku od drugih vrsta elektrana, hidroelektrane imaju izuzetno dug životni vijek, te se ulaganje u njihovu izgradnju može povratiti unutar otprilike 10 godina.

Umjetna akumulacijska jezera imaju važnu ulogu u turizmu jer privlače posjetitelje te pružaju prostor za razne sportske i rekreativne aktivnosti koje doprinose promicanju prirode i poboljšanju kvalitete života. Također, ova jezera igraju ključnu ulogu u navodnjavanju poljoprivrednih površina te u regulaciji protoka rijeka. [3]

5.2. Nedostatci hidroelektrana

Neki od najvažnijih nedostataka hidroelektrana uključuju uništavanje ekosustava i gubitak zemlje, sedimentacija koja dovodi do nanosa mulja, promjene u okolišu, te emisiju ugljikovog dioksida i metana. Također, izgradnja hidroelektrana može rezultirati preseljenjem ljudi i potencijalnim nesrećama povezanim s branama.

Brane se često ističu kao ključni dio hidroelektrane, no čak i uz visoku kvalitetu izrade, tehnološke inovacije i stroge sigurnosne standarde, nije moguće potpuno garantirati njihovu sigurnost od oštećenja. Eventualno urušavanje brane imalo bi katastrofalne posljedice na široko područje zemlje, ekosustav, živi svijet i ljudske živote, što bi predstavljalo ogromnu katastrofu.

Nanos mulja je označen kao značajan problem koji se s vremenom nakuplja u vodnim rezervoarima hidroelektrana, smanjujući njihovu kapacitet i efikasnost. Za rješavanje ovog problema često se koriste premosnice ili kanali koji omogućuju odvođenje sedimenata iz vodnih bazena. Akumulacija mulja može skratiti životni vijek hidroelektrane i dovesti do ekonomske neisplativosti, što dodatno naglašava važnost upravljanja ovim problemom. [3]

Dolazak hidroelektrane donosi značajne promjene u okolišu, osobito kroz izgradnju brane i akumulacijskog jezera. Ovaj proces zahtijeva potapanje velikih površina okoliša, što prisiljava živa bića na selidbu. Time dolazi do uništavanja gospodarskih, kulturnih i prirodnih dobara u tom području.

Treba obratiti pažnju na emisiju ugljičnog dioksida i metana već prilikom gradnje hidroelektrane. Nakon odabira lokacije za izgradnju jezera, važno je ukloniti što više biljaka, raslinja i drveća jer, ako ostanu potopljene, mogu prilikom raspadanja emitirati značajne količine ugljičnog dioksida i metana. Ovaj proces može dovesti do veće emisije tih plinova nego što je slučaj kod elektrana koje koriste fosilna goriva. [3]

6. REVITALIZACIJA VODOTOKA

Obnovom degradiranih vodotoka vraćamo strukturu i funkciju upravljanog ekosustava uz primjereno upravljanje vodnim resursima. Ovaj proces obuhvaća razne tehnike koje omogućuju zadržavanje vode, povećanje samodostatnosti, očuvanje bioraznolikosti i poboljšanje ekološkog stanja vodotoka, što doprinosi dugoročno održivom i isplativom upravljanju vodnim resursima. [14]

6.1. Općenito

Ekološka revitalizacija vodotoka obuhvaća razne mjere usmjerene na vraćanje prirodnog stanja i funkcioniranja rijeka i njihovog okoliša. Ovim procesom planira se stvoriti okvir za održivo i višenamjensko korištenje rijeka (ECRR) kroz uspostavljanje prirodnih uvjeta i procesa. [15]

Tehničke strukture poput hidroelektrana, preljeva, brana, ojačanja nasipa za sprečavanje erozije, izgradnje kanala za zaštitu od poplava, te onečišćenja vodnih tijela otpadnim vodama i kemikalijama, kao i vađenja sedimenta radi poboljšanja plovnosti, samo su neki od primjera ljudskog utjecaja na vodna tijela. U europskim zemljama gotovo nijedna rijeka nije izbjegla ovakve oblike ljudske intervencije, što je dovelo do više ili manje oštećenih riječnih sustava. [16]

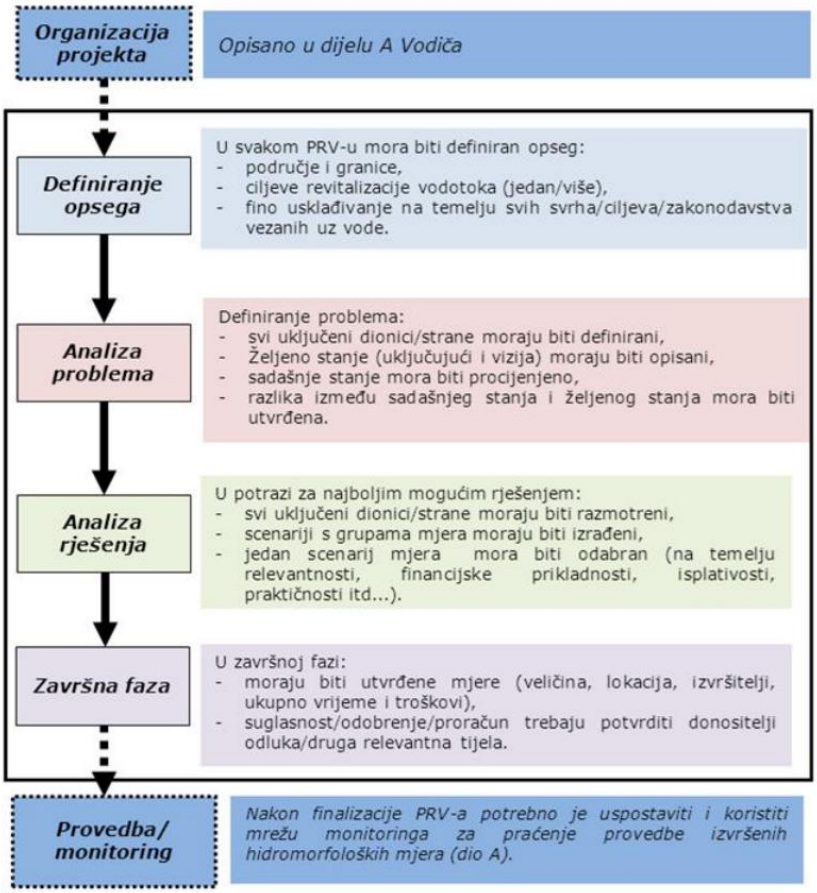
Obnova vodotoka ima za cilj postizanje prirodnijeg stanja korita, istovremeno stvarajući uvjete za povratak funkcija vodotoka i prirodnih procesa. Mjere obnove mogu značajno varirati u opsegu i složenosti, a učinci zahvata revitalizacije vodotoka i različitih mjera procjenjuju se iz hidrološkog, hidrauličkog, morfološkog, ekološkog i socioekonomskog aspekta. [16]

Danas, zahvaljujući razvoju znanosti i tehnologije, imamo bolje razumijevanje i povezanosti prirodnih procesa i svih živih bića s planetom Zemljom, našim jedinim domom. Uključivanje zajednice u procese izrade, planiranja i provedbe projekata revitalizacije od velike je važnosti kako bi se društvo osvijestilo o važnosti očuvanja postojećih ekosustava, odnosno sustava koji nam omogućuju život. [16]

6.2. „Step by step“ procedura

Za prenamjenu određenog dijela vodotoka koristi se “Step by step” procedura, koju ćemo primijeniti u ovom diplomskom radu za izradu revitalizacije dijela vodotoka na području hidroelektrane Jaruga kod Šibenika. Procedura, odnosno vodič koji ćemo koristiti za ovaj projekt, naziva se “Vodič za izradu Planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj” i pruža detaljan opis i razradu kompletnog projekta revitalizacije, s naglaskom na primjenu unutar hrvatskog područja. [17]

Koraci koji će biti obrađeni u ovom diplomskom radu nalaze se u Dijelu B navedenog vodiča i prikazani su u dijagramu (Slika 26). Iz ove organizacije, prikazane unutar okvira na slici 26, proizlazi sedam koraka koji su detaljno razrađeni (Slika 27) i bit će obrađeni u nastavku rada. Iako svaki od tih koraka ima svoje specifične zadatke, oni su međusobno povezani i utječu jedni na druge tijekom procesa. Na primjer, rezultati monitoringa integrirat će se u budući tim za revitalizaciju, a vizija je dio analize problema i planiranja. [17]



Slika 26: Opća shema izrade Plana revitalizacije vodotoka [17]

Slika 27: Sedam koraka za izradu Plana revitalizacije vodotoka [17]

Svrha i ciljevi povezani su s budućim stanjem kako bi se osiguralo da projekt odgovara pogledima dionika. Definiranje scenarija može dovesti do preispitivanja željenog stanja i daljnjeg razvoja dok definiranje mjera može navesti tim na ponovni pregled tehničkih rješenja ili scenarija. Voditelj projekta ili tim odgovorni su za popunjavanje praznina između koraka i prilagodbu procesa kada je to potrebno tijekom provedbe projekta. [17]

Svaki navedeni korak na slici 27 u sebi sadrži 5 elemenata (Slika 28) koje je potrebno razraditi kako bi se dobili željeni rezultati u fazama planiranja.

Slika 28: Elementi koje treba uvažiti u svakom koraku [17]

1) „Svrha“ pojašnjava cilj koji se želi postići u svakom koraku i specificira koji se rezultati trebaju ostvariti.

2) "Načela i metode" obuhvaćaju opis načela koja se primjenjuju, a koja mogu biti znanstvena iz područja ekologije, hidrologije ili ekonomije, ili mogu imati socijalni ili politički karakter. Širi popis metoda nalazi se u Dijelu C.

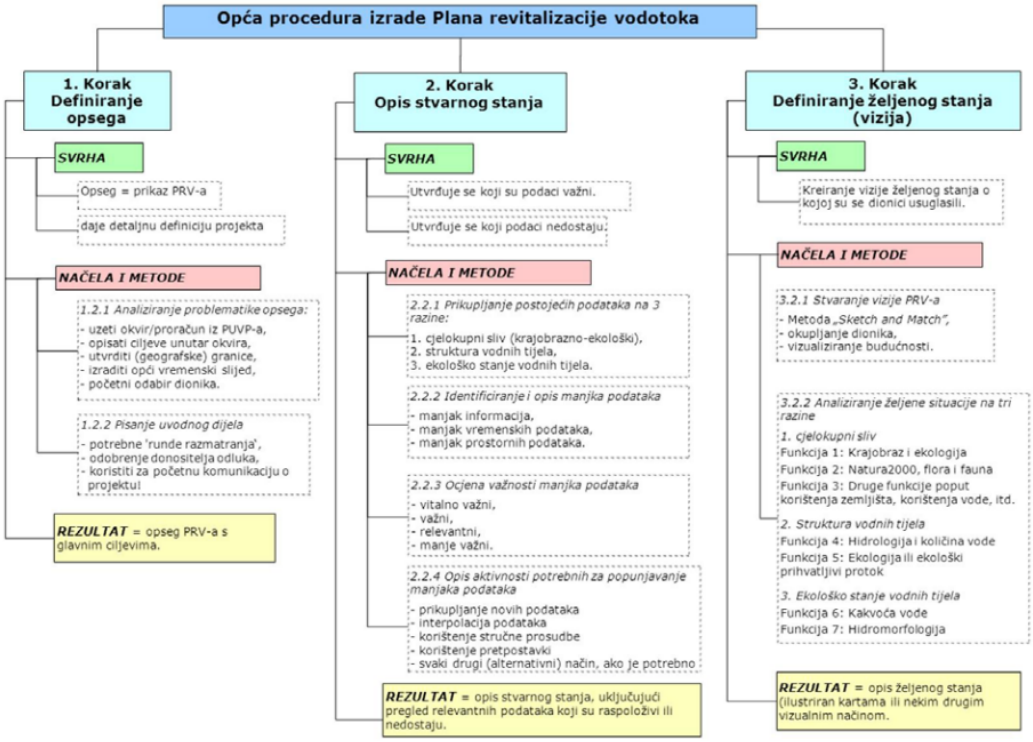
3) "Ograničenja" definiraju granice koje mogu nastati zbog ograničenih podataka, nedostatka vremena, potrebnih vještina, nejasnih definicija, sukoba interesa ili potreba među dionicima, ili bilo kojih drugih faktora koji ograničavaju napredak.

4) "Rezultati" trebaju biti predstavljeni što jasnije i konkretnije, kako bi bili razumljivi i mjerljivi.

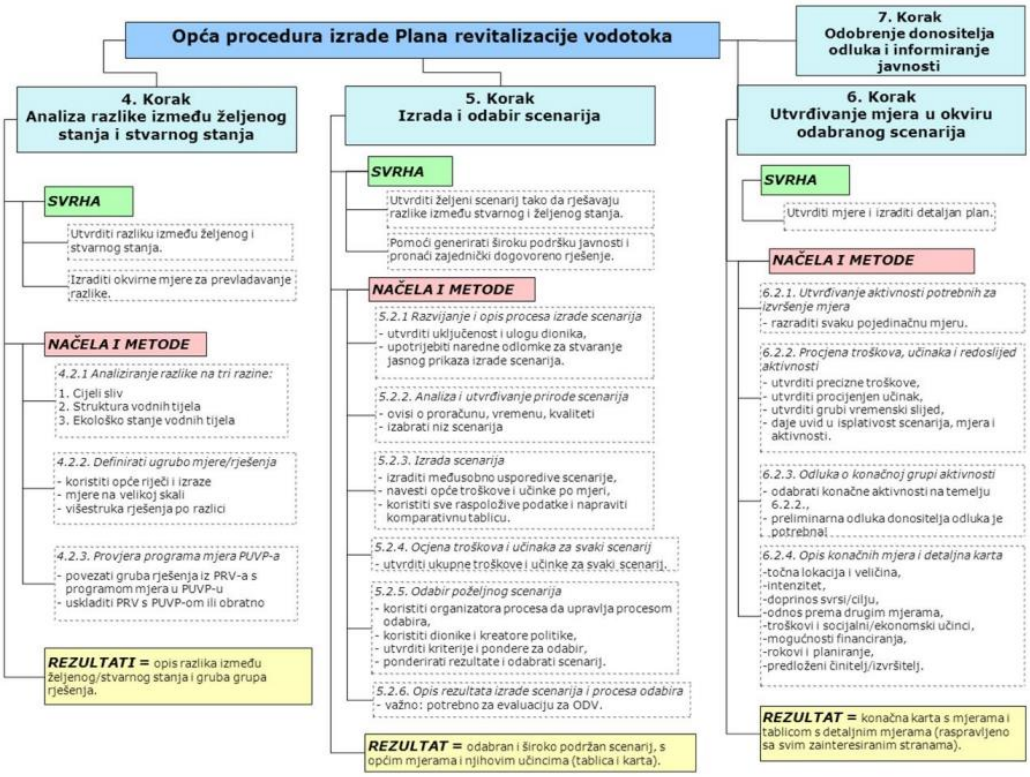
5) "Alati" se mogu koristiti tijekom svakog koraka procesa. Važno je pažljivo odabrati i opisati dostupne alate, posebno one koji su se već pokazali korisnima. Popis tih alata nalazi se u Dijelu C. [17]

Ovaj rad obuhvatiti će samo one korake i elemente koje su nam poznati za izradu plana.

Koncioni dijagram toka (Slika 29 i 30) prikazuje nam postupnu proceduru izrade plana revitalizacije, a sadrži korake sa slike 27 i elemente sa slike 28 u općoj proceduri. [17]



Slika 29: Opća procedura izrade plana revitalizacije vodotoka 1 [17]



Slika 30: Opća procedura izrade plana revitalizacije vodotoka 2 [17]

7. HIDROELEKTRANA JARUGA

U prethodnom dijelu ovog rada spomenuli smo hidroelektranu Jaruga (Slika 31), uključujući prvu i drugu (sadašnju) verziju, te smo je ukratko opisali. U sljedećem dijelu ćemo detaljnije razmotriti njen rad, značaj za Hrvatsku, ljude koji su pokrenuli ovu ideju i napredak koji je donijela u korištenju hidroenergije. [6]

Izgrađena na samom rubu Skradinskog buka, može se reći, dva puta u nepunih 10 godina.

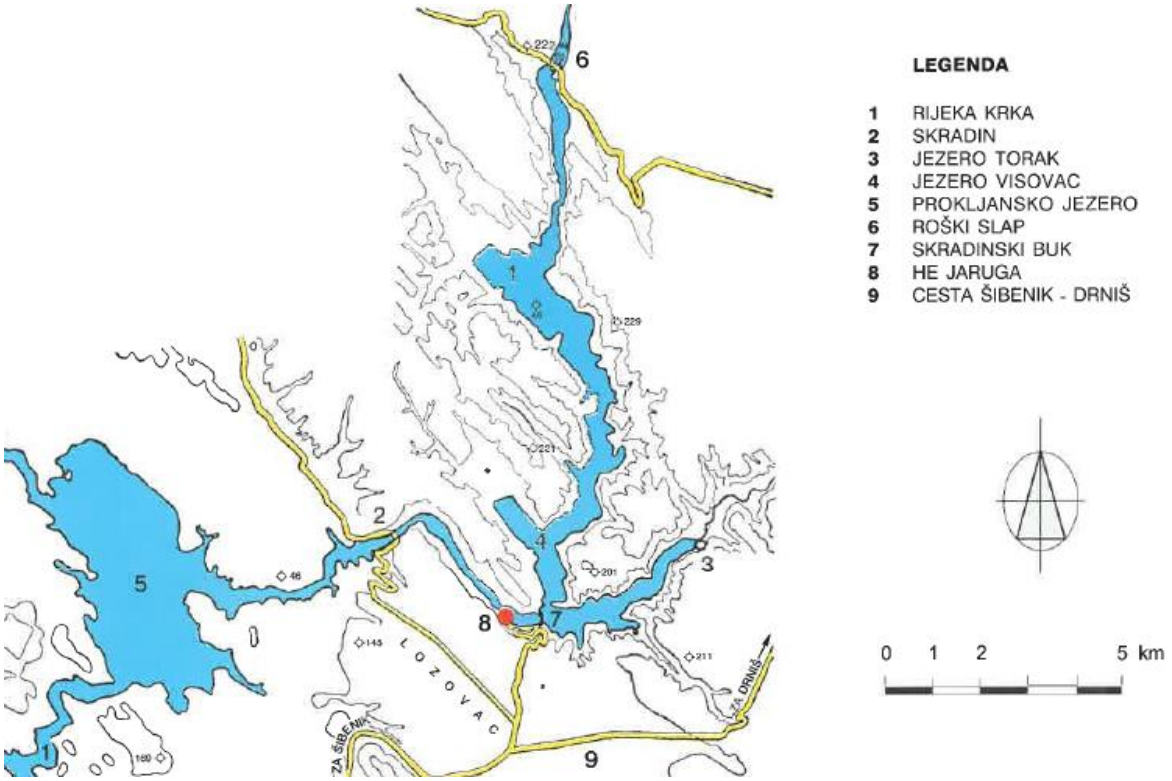
Slika 31: HE Jaruga I i HE Jaruga II neposredno nakon izgradnje [6]

7.1. Detaljnije o hidroelektrani Jaruga

Hidroelektrana Jaruga bila je pionir među hidroelektranama u Europi, prema mnogim zapisima, izgrađena 1895. godine. Pokrenuta je samo dva dana nakon hidroelektrane Nijagara, postavši prva hidroelektrana u Europi koja je proizvodila izmjeničnu struju prema patentima Nikole Tesle. [6]

Kao posljednja elektrana u slivu rijeke Krke, koristi bruto energetski pad od oko 26 metara, što je dio pada na Skradinskom buku od oko 45 metara, od njenog izvora do mora. [6]

Na situaciji (Slika 32) možemo vidjeti poziciju hidroelektrane Jaruge s obzirom na opširnu sliku rijeke Krke i susjednog područja.

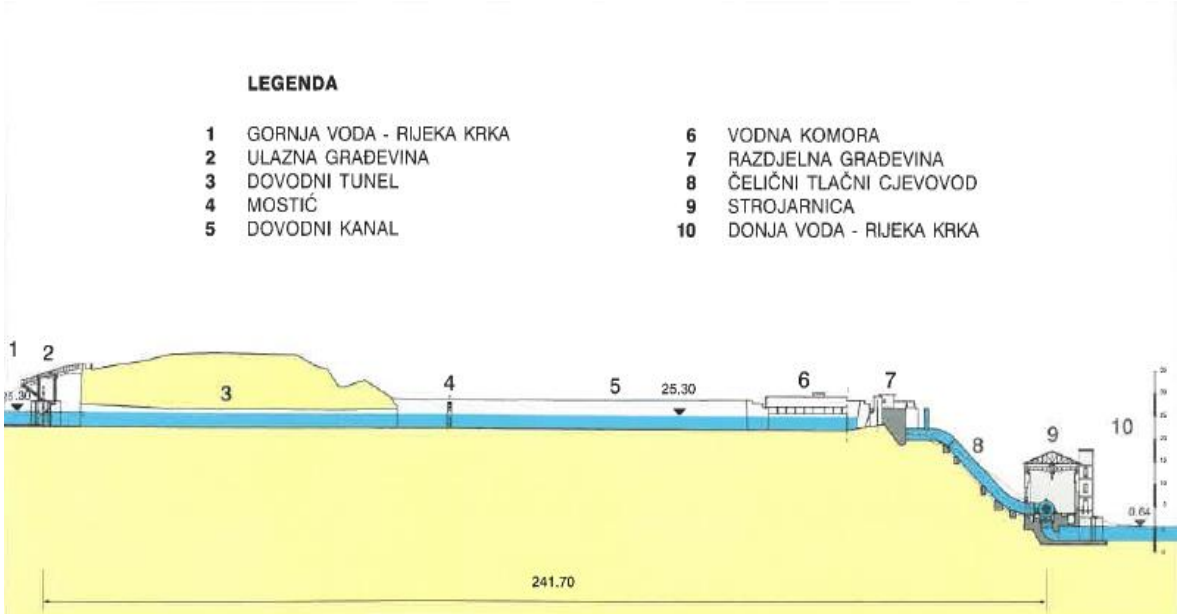


Slika 32: Pregledna situacija HE Jaruga i okoline [6]

Važno je napomenuti da je s prvim danom rada hidroelektrane Jaruga izmjenična struja počela opskrbljivati određena postrojenja i javnu rasvjetu u gradu Šibeniku. Drveni stupovi su nosili vodove, čime je Šibenik postao prvi grad na svijetu koji je koristio izmjeničnu struju za napajanje. [6]

Protočni sustav hidroelektrane Jaruga započinje derivacijskim zahvatom u bočnom dijelu ujezerenog dijela Krke kod Skradinskog buka. Preljevni prag je postavljen na razinu nešto višu od polovice visine slapa, što omogućuje stvaranje dovoljnog vodenog stupca za dovod potrebne snage. [6]

Promatrajući uzdužni presjek pogona (Slika 33), čitav protočni sustav uključuje ulaznu građevinu s prethodno spomenutim pragom, tablastim zatvaračima, dovodnim tunelom i kanalom koji vodi vodu do vodne komore. Voda zatim prolazi kroz dvostruko odjeljenje s pet tablastih zatvarača, kontrolirano iz razdjelne građevine. Kroz čelični tlačni cjevovod, voda dolazi do strojarnice, gdje pokreće turbine koje okreću generator, proizvodeći električnu energiju. Na kraju, voda se ispušta kroz zatvoreni tunelski ispust strojarnice i ulijeva se u donji tok rijeke Krke. [6]



Slika 33: Uzdužni presjek postrojenja HE Jaruga [6]

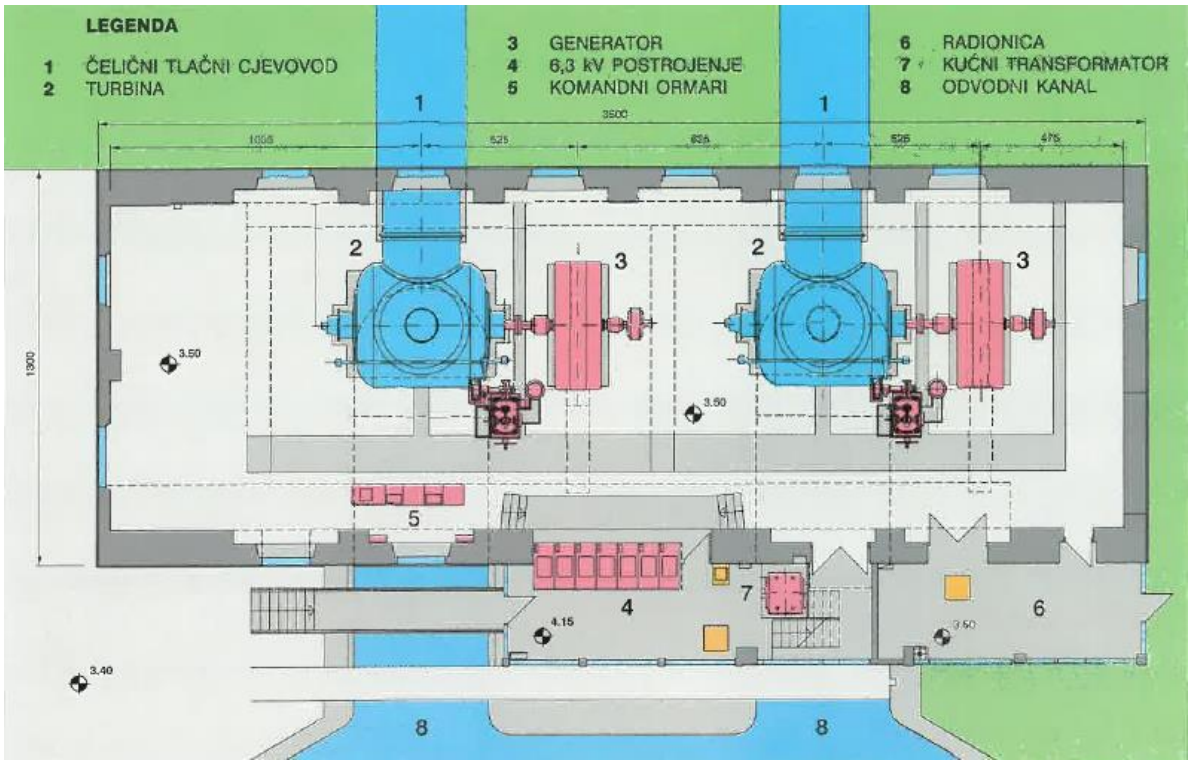
Zgrada strojarnice, kao ista od 1903. godine kada je izgrađena, masivna je zidana konstrukcija tlocrtnih mjera 35,00 x 13,00 metara, a što je vidljivo na tlocrtu strojarnice (Slika 34) i ukupne visine do sljemena od 14,00 metara. [6]

Unutrašnjost strojarnice (Slika 35) sadrži dvije proizvodne jedinice s horizontalno postavljenim osovinama koje koriste dvostruke Pelton-Francis turbine. Instalirani protok je 15,50 kubnih metara u sekundi (m^3/s), a snaga iznosi 2,94 MW. Generatori su također horizontalno postavljeni, a zbog nedovoljne snage postojećih turbina, rade s manjom snagom od nazivne. [6]

Treba istaknuti da je čitavu opremu za hidroelektranu proizvela i dopremila tvrtka Ganz 1903. godine, dok je 1937. godine, prilikom prvog većeg remonta i rekonstrukcije, zadržan izvorni koncept hidroelektrane koji se i danas koristi. Tada su izrađene sadašnje turbine i generatori od strane austrijske tvrtke Voith. [6]

1974. godine, tvrtka Rade Končar iz Zagreba odradila je kompletnu obnovu generatora.

Zadnja bitna rekonstrukcija odrađena je 1994. godine što je dovelo u rad rasklopno postrojenje sačinjeno od 7 polja snage 6,30 kV. [6]



Slika 34: Tlocrt strojarnice HE Jaruga [6]

Slika 35: Unutrašnjost strojarnice HE Jaruga [8]

7.2. Građevinska sanacija hidroelektrane Jaruga

Hidroelektrana Jaruga, zajedno sa svojim okolišem i ostalim vidljivim dijelovima postrojenja, zadnji put je obnavljana prije oko 40 godina. Stoga je bilo nužno uložiti sredstva i napore kako bi se poboljšala estetika i osiguralo da objekt bude prepoznatljiv i reprezentativan. [6]

Posljednji radovi sanacije 2021. godine uključili su čišćenje, učvršćenje i obnovu hodnih staza, kamenih zidova i ograda postrojenja, kao i sanaciju bazena vodnih komora. Također je provedena obnova kompletnog sustava razdjelne građevine, uključujući unutarnji i vanjski dio, te je izrađena nova nadstrešnica koja se oslanja na razdjelnu građevinu. [6]

Glavni naglasak sanacije okoliša hidroelektrane Jaruga bio je na obnovi hodnih staza, stepenica i zidova. Ovi radovi uključivali su iskopavanje do stabilnog tla, armiranje i betoniranje temelja, postavljanje kamena u obliku benkovačkih ploča te fugiranje istih. [8]

Sanacija površina vodne komore, uključivala je sanaciju zidanih zidova koji su se dogradili nad kamenim zidovima. [8]

Obrada kamenih zidova zahtijevala je uklanjanje neprikladnih dijelova i raslinja te njihovo popravljanje i ožbukavanje. Također, kompletna hodna površina vodne komore morala je proći kroz obradu koja je uključivala hidroizolacijski sloj, slično kao i hodne staze. Najkompleksniji i najveći dio sanacije bio je fokusiran na razdjelnu građevinu, gdje su radovi uključivali fasadu, stolariju, krovove (uključujući nadstrešnicu), bazene vodne komore te uređenje unutrašnjosti zgrade. Zbog teškog pristupa, kao i kod vanjskih zidova, montirana je skela unutar bazena za izradu fasade građevine. Slično, skela je morala biti montirana i s druge strane građevine za demontažu stare i montažu nove nadstrešnice te za radove na fasadi. Skele su bile konstruirane od tipskih elemenata, za koje nije bio potreban poseban projekt ili statički proračun, budući da visina nije prelazila 20 metara. Modularna skela je korištena za bazene vodne komore, dok je za zidove razdjelne građevine korištena tipska fasadna skela. [8]

8. REVITALIZACIJA PODRUČJA RIJEKE KRKE UZ HE JARUGA

Kako bi smo ponudili stanovništvu mogućnost u uvid naših prirodnih ljepota, a uz to im približili načine rada postrojenja pritom ih učeći povijesti koja nam je mnogo dala, potrebno je organizirati plan revitalizacije samog šireg područja uz poznate nam korake.

8.1. Definiranje opsega

Opseg revitalizacije vodotoka u području Skradinskog buka na rijeci Krki, s ciljem razvoja turističkog središta, uključuje sljedeće elemente:

1. Obnova prirodnog okoliša: Vraćanje prirodnih obilježja rijeke Krke kroz revitalizaciju obala, uklanjanje invazivnih vrsta i obnova autohtonih biljnih vrsta.

2. Očuvanje biološke raznolikosti: Zaštita i obnova staništa za endemske vrste, kao i promicanje očuvanja bogatstva flore i faune.

3. Poboljšanje kvalitete vode: Implementacija mjera za smanjenje zagađenja i poboljšanje kvalitete vode rijeke Krke.

4. Infrastrukturni razvoj: Izgradnja turističkih staza i promenada duž rijeke, osiguranje pristupačnosti za posjetitelje svih dobnih skupina.

5. Edukacija i interpretacija prirodnih vrijednosti: Postavljanje interpretativnih centara i edukativnih ploča kako bi se posjetiteljima pružile informacije o ekološkoj važnosti rijeke Krke i njenog okoliša te o samom postrojenju HE Jaruga i njenom radu.

6. Održavanje kulturnog naslijeđa: Očuvanje i restauracija kulturnih spomenika i tradicionalnih naselja u blizini rijeke Krke, a kao najbitniji primjer HE Jaruga I.

7. Upotreba obnovljivih izvora energije: Promicanje korištenja obnovljivih izvora energije za potrebe turističkog središta pomoću male postojeće hidroelektrane.

8. Suradnja s lokalnom zajednicom: Uključivanje lokalnog stanovništva u planiranje i upravljanje revitalizacijom, poticanje lokalnog gospodarstva kroz turizam i održivi razvoj.

Ovaj opseg revitalizacije trebao bi osigurati da turističko središte na rijeci Krki bude privlačno posjetiteljima dok istovremeno čuva i promiče ekološku i kulturnu vrijednost područja, ali i povijesnu važnost područja.

8.2. Analiza problema

Analiza problema za izgradnju muzejskog turističkog centra u sklopu hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki uključuje sljedeće ključne aspekte:

1. Očuvanje kulturne baštine: Potrebno je pažljivo planirati izgradnju muzejskog centra kako bi se očuvala povijesna i tehnička baština hidroelektrane Jaruga, koja je jedna od prvih hidroelektrana u Europi.

2. Upravljanje turističkim pritiskom: Izgradnja turističkog centra može privući veliki broj posjetitelja. Potrebno je razviti održive strategije upravljanja turističkim tokovima kako bi se minimizirali utjecaji na okoliš i lokalnu zajednicu.

3. Edukacija o hidroenergiji: Muzejski centar treba pružiti edukativne programe o povijesti hidroelektrana, principima hidroenergije te njenom utjecaju na okoliš i društvo.

4. Uključivanje lokalne zajednice: Važno je uključiti lokalno stanovništvo u planiranje i razvoj muzejskog centra kako bi se osigurala podrška i korist lokalne zajednice.

5. Održivost i energetska učinkovitost: Pri izgradnji muzejskog centra treba primijeniti principe održivog dizajna i energetske učinkovitosti kako bi se smanjio ekološki otisak i troškovi eksploatacije.

6. Financijska održivost: Potrebno je osigurati stabilan financijski model za održavanje i operaciju muzejskog centra, uključujući prihode od ulaznica, prodaju suvenira i moguće turističke usluge.

7. Suradnja s stručnjacima: Važno je angažirati stručnjake iz konzervatorskog područja, područja arhitekture, turizma i obrazovanja kako bi se osigurala kvalitetna realizacija projekta muzejskog centra.

8. Sigurnost i zaštita objekta: Aspekti kao što su sigurnost posjetitelja, zaštita objekata od potencijalnih šteta ili prirodnih nepogoda trebaju biti integralni dio planiranja i izgradnje.

Analizom ovih ključnih aspekata osigurava se integrirani pristup u planiranju i realizaciji muzejskog turističkog centra u sklopu hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki, koji će istovremeno poticati turizam, edukaciju i očuvanje kulturne baštine.

8.3. Analiza rješenja

Analiza rješenja za izgradnju muzejskog turističkog centra u sklopu hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki uključuje detaljan pregled predloženih koraka i strategija za uspješnu realizaciju projekta:

1. Kulturna baština: Izgradnja muzejskog centra omogućit će očuvanje i promociju bogate povijesti hidroelektrane Jaruga, naglašavajući njezinu ulogu kao pionira u korištenju hidroenergije u Europi. Muzejski sadržaji trebaju biti strateški dizajnirani kako bi privukli posjetitelje i educirali ih o tehničkim inovacijama i utjecaju hidroenergije na lokalnu zajednicu.

2. Održivost turističkog pritiska: Planiranje upravljanja turističkim tokovima uključuje strategije za ravnomjerno raspoređivanje posjetitelja tijekom godine, s ciljem smanjenja negativnih utjecaja na okoliš i infrastrukturu. To uključuje definiranje kapaciteta posjetitelja, implementaciju vodičkih usluga i interpretativnih programa te primjenu naprednih tehnologija za praćenje posjećenosti.

3. Edukacija i interpretacija: Muzejski centar treba ponuditi interaktivne izložbe i edukativne programe koji će posjetiteljima pružiti dublje razumijevanje hidroenergetike, ekologije rijeke Krke te kulturnog naslijeđa Šibenika i okolice. Suradnja s lokalnim obrazovnim ustanovama ključna je za razvoj programa usmjerenih na učenike i studente.

4. Uključivanje lokalne zajednice: Konsultacije s lokalnim stanovništvom i dionicima važne su za uspješnu integraciju muzejskog centra u zajednicu. Potrebno je osigurati da plan donosi korist lokalnom gospodarstvu kroz stvaranje radnih mjesta, promociju lokalnih proizvoda i usluga te podršku kulturnim i obrazovnim inicijativama.

5. Održivost i energetska učinkovitost: Integracija održivih praksi u dizajn i operaciju muzejskog centra uključuje primjenu energetski učinkovitih tehnologija, upotrebu obnovljivih izvora energije te smanjenje potrošnje vode i otpada. To će doprinijeti smanjenju ekološkog otiska projekta.

6. Financijska održivost: Razvoj stabilnog financijskog modela uključuje analizu troškova izgradnje, operacije i održavanja muzejskog centra. Važno je razmotriti različite izvore prihoda, uključujući ulaznice, prodaju suvenira, donacije, javno-privatna partnerstva i potpore iz fondova EU.

7. Stručno vođenje projekta: Angažman stručnjaka iz područja konzervacije, arhitekture, turizma i obrazovanja ključan je za uspješnu provedbu projekta. Stručni nadzor pružit će osiguranje kvalitete izgradnje, pravovremeno rješavanje izazova te implementaciju inovativnih rješenja.

8. Sigurnost i zaštita objekta: Integracija sigurnosnih protokola i mjera zaštite objekata uključuje upotrebu naprednih tehnologija za nadzor, sigurnosne sustave i obuku osoblja kako bi se osigurala zaštita posjetitelja, osoblja i samog muzejskog centra.

Ova analiza rješenja pruža strateški okvir za razvoj muzejskog turističkog centra u sklopu hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki, naglašavajući važnost integracije kulturne baštine, održivog turizma i edukacije, uz poštovanje lokalne zajednice i zaštite okoliša.

8.4. Završna faza

Završna faza revitalizacije za muzejski turistički centar u sklopu hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki obuhvaća sljedeće ključne korake i aktivnosti:

1. Dovršavanje građevinskih radova: Završetak svih građevinskih aktivnosti za muzejski centar, uključujući izgradnju ili rekonstrukciju zgrade, fasade, unutarnjeg uređenja i vanjskih površina. Provjera ispunjenja svih sigurnosnih standarda i protupožarnih zahtjeva.

2. Instalacija interpretativnih sadržaja: Postavljanje interaktivnih izložbi, multimedijalnih prezentacija, edukativnih panela i ostalih interpretativnih sadržaja koji će posjetiteljima pružiti dublje razumijevanje povijesnog i ekološkog značaja hidroelektrane Jaruga i rijeke Krke.

3. Testiranje sustava: Provjera funkcionalnosti i performansi svih tehničkih sustava u muzejskom centru, uključujući rasvjetu, HVAC sustave (grijanje, ventilacija, klimatizacija), sigurnosne sustave i audio-vizualnu opremu.

4. Priprema za otvorenje: Koordinacija s lokalnim vlastima i turističkim agencijama za planiranje otvorenja muzejskog centra. Organizacija svečanosti otvorenja koja će uključiti lokalne dionike, medijske pokrivače i potencijalne donatore.

5. Marketinške aktivnosti: Pokretanje marketinških kampanja i promocija putem različitih medija kako bi se privukla pozornost posjetitelja i potencijalnih turističkih grupa. Uključivanje digitalnih platformi i društvenih mreža za promociju muzejskog centra.

6. Edukacija osoblja: Osposobljavanje osoblja za pružanje visokokvalitetne usluge posjetiteljima, uključujući upravljanje izložbama, sigurnosne protokole, interpretaciju kulturne baštine te pružanje informacija o okolišu i aktivnostima u blizini.

7. Kontinuirano upravljanje: Postavljanje plana za kontinuirano održavanje muzejskog centra kako bi se osigurala dugoročna održivost infrastrukture, izložbenih prostora i interpretativnih sadržaja. Redovito provjeravanje stanja objekta i implementacija potrebnih renovacija i poboljšanja.

8. Evaluacija učinka: Praćenje posjećenosti i zadovoljstva posjetitelja, analiza financijskih rezultata te provođenje anketa i povratnih informacija kako bi se kontinuirano poboljšavalo iskustvo posjetitelja i operativne performanse muzejskog centra.

Završna faza revitalizacije muzejskog turističkog centra na hidroelektrani Jaruga na rijeci Krki ključna je za uspješan početak operacija i dugoročni uspjeh projekta, promovirajući kulturnu baštinu, održivi turizam i edukaciju o hidroenergiji i okolišu.

9. DETALJNA RAZRADA PREMA PROCEDURI

Hrvatske procedure propisuju „Step by step“ metodu kao glavnu za provlačenje plana revitalizacije vodotoka te ćemo istu iskoristiti u ovom diplomskom radu. Međutim, dok se ona bazira isključivo na područje samog vodotoka i priobalnog područja, u našoj situaciji malo ćemo se odmaknuti od te jezgre te već uređenoj površini dodati dio koji bi bio od edukacijske i muzejske svrhe. U prošlome smo naslovu opširno objasnili u kojem smjeru idemo, a sada ćemo to detaljnije razraditi.

9.1. Definiranje opsega projekta

Svrha.

Da bi se ovaj korak dobro razumio, važno je imati jasnu definiciju pojma "opseg". U ovom Vodiču, opseg se definira kao 'područje projekta određeno granicama poput geografskih područja, tematike, sadržaja, vremenskih okvira i budžeta. Jasno shvaćanje opsega od strane svih uključenih dionika može značajno uštedjeti vrijeme tijekom provedbe projekta te pomoći u izbjegavanju ili upravljanju sukobima tijekom procesa revitalizacije vodotoka. Opseg određuje granice planiranog projekta i predstavlja PRV kroz detaljnu definiciju projekta.

Načela i metode.

Opseg projekta može definirati predloženi voditelj projekta. Riječ je o specifičnoj definiciji projekta koja proizlazi iz potrebe za daljnjom provedbom Plana upravljanja vodnim područjem putem jednog ili više Planova revitalizacije vodotoka.

Također bi trebao pružiti jasan pregled planiranja PRV-a, uključujući sve korake od pripreme do provedbe odobrenog skupa mjera unutar projektnog područja, a što nam zapravo omogućuje planiranje rokova izrade plana.

Potrebno je pripremiti početnu listu dostupnih metoda i alata za analizu i uključenost dionika. Također, početna lista dionika nužna je za pripremu ili konzultacije u vezi s izradom dokumenta o utvrđivanju opsega.

Općenito, utvrđivanje prioriteta za ova pitanja prema sljedećem načelu može biti korisno, a to bi trebala biti identifikacija i opis relativno "fiksnih" pitanja koja će najviše utjecati na opseg projekta te identifikacija i opis "fleksibilnijih" pitanja te iz toga proizlazi kako ovaj pristup pomaže u jasnijem definiranju prioriteta i boljoj organizaciji projekta.

Ograničenja

Neka od mogućih ograničenja bila bi:

- Nedostatak znanja, informacija i smatranje kako određene informacije postoje
- Nerazumijevanje konteksta
- Nedovoljno razvijene vještine ili neimanje istih
- Nerazumijevanje procesa i definicija
- Rokovi i obujam projekta
- Politička nezainteresiranost i konflikti koji su očekivani
- Fiksiranje dokumenta o utvrđivanju opsega …

Voditelj projekta treba raspraviti i riješiti niz ranije spomenutih ograničenja u suradnji s nadređenom osobom iz Hrvatskih voda prije sastavljanja projektnog tima, jer su ta ograničenja izravno povezana s vještinama, iskustvom i znanjem članova tima. Pažljivim odabirom pravih osoba za tim mogu se izbjeći potencijalni problemi.

Preostala ograničenja su uglavnom tehničke prirode, a jedan od glavnih zadataka projektnog tima je pronalazak rješenja za takva ograničenja ako se procijeni da mogu negativno utjecati na projekt. Odabir odgovarajućih članova tima ključan je za prevladavanje tih izazova. Također, politički faktor ne smije biti zanemaren. Voditelj projekta i nadležna osoba iz Hrvatskih voda trebali bi posebno posvetiti pažnju komunikaciji s političarima kada i gdje je to potrebno.

Rezultati

Rezultat ovog koraka bit će uvodni dio PRV-a koji detaljno opisuje opseg planiranog PRV-a i njegove ključne ciljeve, ili projektni zadatak za revitalizaciju vodotoka. Ovi dokumenti će definirati postupke potrebne za izradu plana koji će omogućiti postizanje rezultata projekta, tj. realizaciju samog PRV-a.

Izrada opsega zahtijevat će nekoliko rundi „razmatranja“ prije nego što se može finalizirati, ovisno o složenosti projekta i broju strana koje trebaju odobriti napredak. Kada dokument bude završen, trebat će ga detaljno predstaviti odgovornoj osobi na prikladnoj razini, najvjerojatnije upravitelju projekta, koji ima ovlasti za njegovo odobrenje. Uvodni dio PRV-a treba gledati kao ključni dokument koji određuje hoće li ostatak plana za projekt biti prihvaćen ili odbijen.

Nakon što je odobren, uvodni dio PRV-a može poslužiti za početno objašnjenje i razjašnjavanje projekta svim zainteresiranim stranama ili grupama dionika koji će sudjelovati u procesu revitalizacije vodotoka, ali treba imati na umu da će izvorni opseg ciljeva možda, i zapravo je to vrlo često, trebati prilagoditi nakon završetka 2., 3. i 4. koraka.

Alati

Za ovaj korak potrebna je početna uredska studija koju su odabrani članovi projektnog tima pripremili. Nakon toga, treba provesti niz prezentacija, informativnih sastanaka, radionica i drugih oblika interakcije s relevantnim dionicima kako bi se postigla detaljnost i slaganje u vezi s opsegom projekta.

9.2. Definiranje opsega PRV-a na rijeci Krki uz HE Jarugu

Opseg revitalizacije vodotoka u području Skradinskog buka na rijeci Krki, s ciljem razvoja turističkog središta, uključuje sljedeće elemente:

1. Obnova prirodnog okoliša: Vraćanje prirodnih obilježja rijeke Krke kroz revitalizaciju obala, uklanjanje invazivnih vrsta i obnova autohtonih biljnih vrsta.

2. Očuvanje biološke raznolikosti: Zaštita i obnova staništa za endemske vrste, kao i promicanje očuvanja bogatstva flore i faune.

3. Poboljšanje kvalitete vode: Implementacija mjera za smanjenje zagađenja i poboljšanje kvalitete vode rijeke Krke.

4. Infrastrukturni razvoj: Izgradnja turističkih staza i promenada u sklopu postrojenja HE Jaruga, osiguranje pristupačnosti za posjetitelje svih dobnih skupina.

5. Edukacija i interpretacija prirodnih i industrijskih vrijednosti: Postavljanje interpretativnih centara i edukativnih ploča kako bi se posjetiteljima pružile informacije o ekološkoj važnosti rijeke Krke i njenog okoliša te o samom postrojenju HE Jaruga i njenom radu.

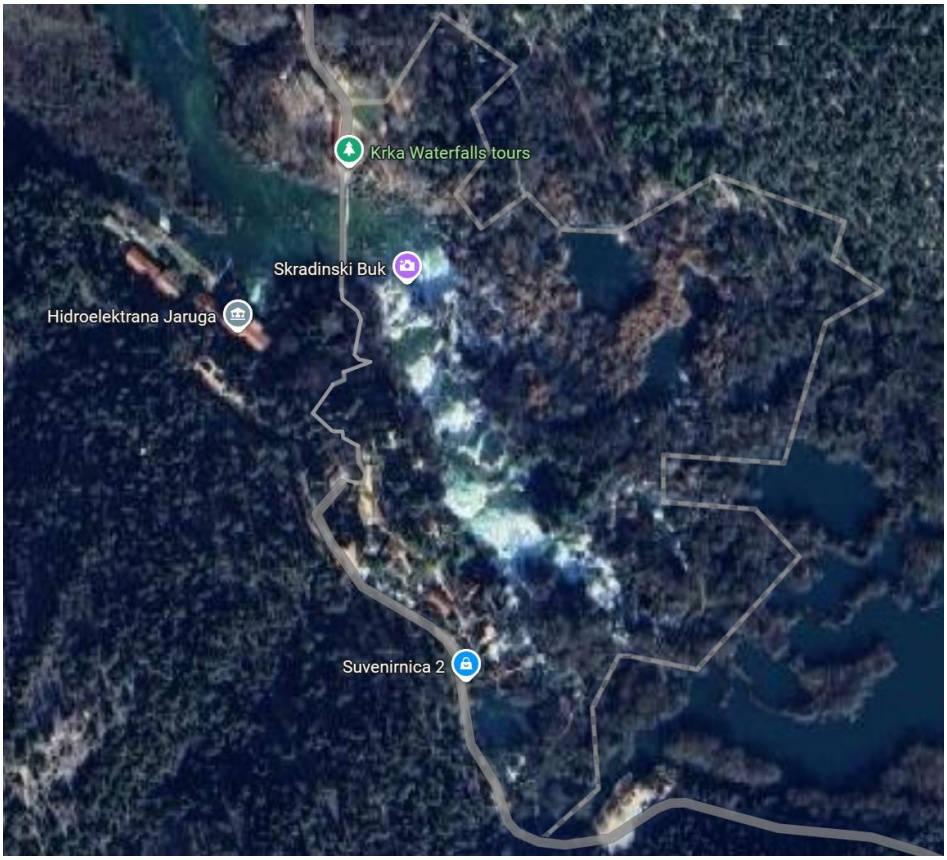
6. Održavanje kulturnog naslijeđa: Očuvanje i restauracija kulturnih spomenika i tradicionalnih naselja u blizini rijeke Krke, a kao najbitniji primjer HE Jaruga I.

7. Upotreba obnovljivih izvora energije: Promicanje korištenja obnovljivih izvora energije za potrebe turističkog središta pomoću male postojeće hidroelektrane.

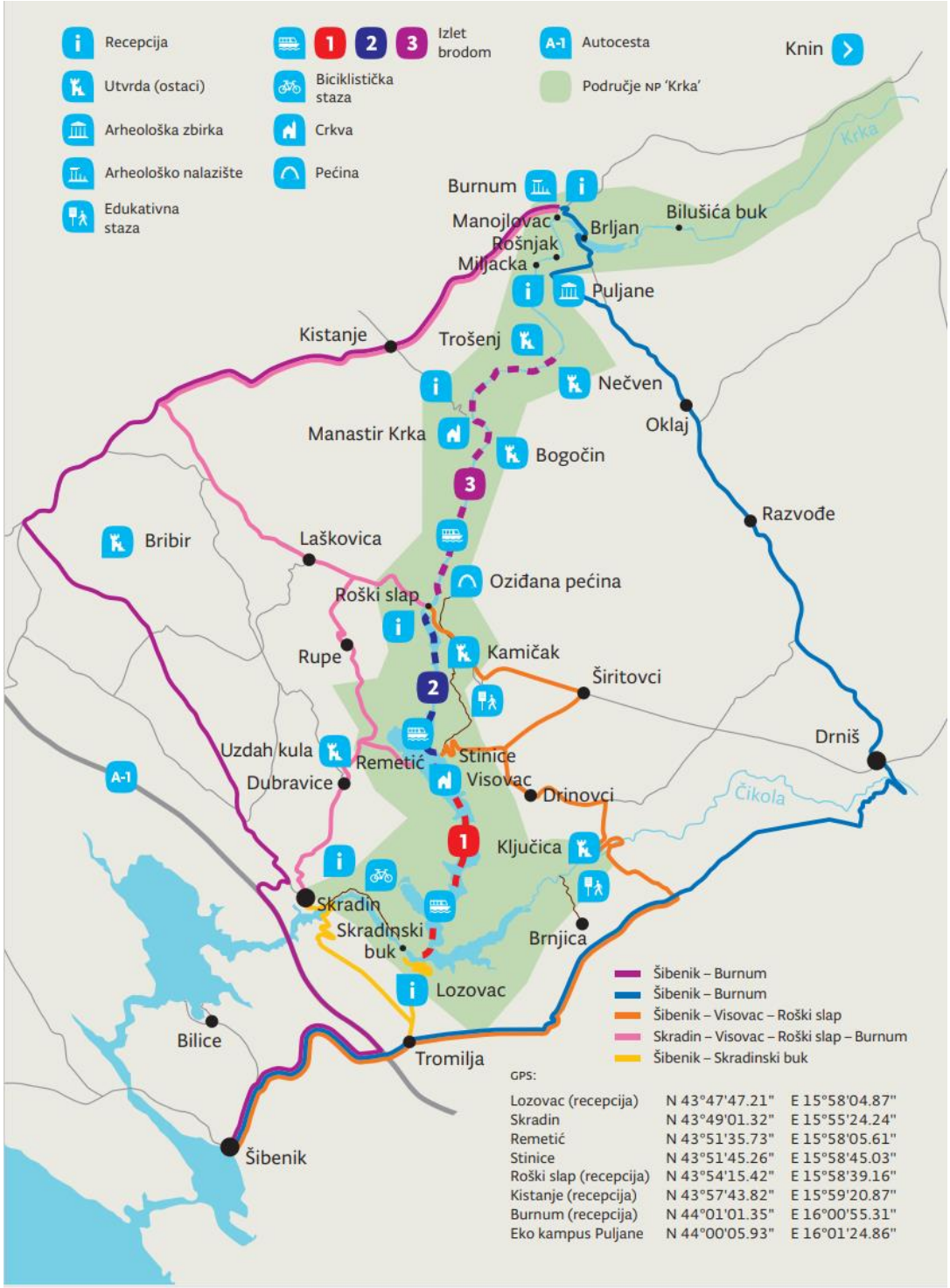
8. Suradnja s lokalnom zajednicom: Uključivanje lokalnog stanovništva u planiranje i upravljanje revitalizacijom, poticanje lokalnog gospodarstva kroz turizam i održivi razvoj.

Ovaj opseg revitalizacije trebao bi osigurati da turističko središte na rijeci Krki bude privlačno posjetiteljima dok istovremeno čuva i promiče ekološku i kulturnu vrijednost područja, ali i povijesnu važnost područja.

S obzirom na samu poziciju zahvata (Slika 36) i zapravo veliko zanimanje turista, ali i lokalnog stanovništva kroz opseg plana se može zaključiti kako se ide u pravom smjeru, a dodatno zbog ostalih spomenika u blizini kao i blizine mora (Slika 37).



Slika 36: Bliži prikaz zahvata [22]



Slika 37: Karta pozicija i puteva uz rijeku Krku [23]

9.3. Opis stvarnog stanja

Svrha

Nakon što je u 1. koraku utvrđen i dogovoren opseg projekta, prva aktivnost u izradi PRV-a je opis stvarnog stanja. Ovaj korak pomaže u identifikaciji važnih podataka te u otkrivanju koji podaci nedostaju. Vrsta podataka koja je potrebna za određeni projekt revitalizacije vodotoka ovisi o ciljevima projekta. U ovom koraku potrebno je prikupiti relevantne podatke koji precizno opisuju trenutnu situaciju.

Načela i metode

Vrsta podataka koji se trebaju prikupiti prije početka projekta revitalizacije vodotoka ovisi o prirodi projekta. Općenito, za adekvatan opis projektnog područja sliva koriste se tri razine grupa podataka, koje se kreću od općeg do specifičnog. Mi ćemo u ovom radu zapravo raspraviti dodatnu razinu koja se tiče područja koje ne pripada izričito obali rijeke.

- Razina cjelokupnog sliva

Ovo predstavlja najvišu razinu informacija potrebnih za razumijevanje fizičkih i drugih procesa koji su ključni za projektno područje. Čak i kada je projektno područje samo mali dio cijelog sliva, preporučuje se opisati širi okoliš projekta kako bi se potpuno razumjelo kako sustav funkcionira kao cjelina. Ovo razumijevanje će biti korisno u fazi određivanja mjera i analize njihovih učinaka.

- Razina vodnog tijela

Druga razina uključuje informacije o strukturi vodnih tijela unutar projektnog područja ili cijelog sliva. Obično se radi o podacima koji se mogu prikupiti terenskim opažanjima i koji opisuju, s više ili manje tehničkog pristupa, koje su strukture prisutne, kako one funkcioniraju u hidrološkom smislu i kako se održavaju.

- Razina ekoloških stanja vodnih tijela

Treća razina opisuje stanje voda u vodnim tijelima i procese koji neposredno utječu na te uvjete. Većina ovih podataka može se prikupiti samo putem opsežnog monitoringa i mjerenja specijaliziranom opremom. Bez tih podataka teško je procijeniti stanje vodnih tijela u slivu. Ovi podaci mogu biti specijalizirani, prikupljeni kako bi odgovorili na konkretna pitanja o stanju vodnog tijela, ili mogu biti redovito prikupljani kroz stalnu mrežu dugotrajnog monitoringa koja služi za praćenje promjena u kakvoći vode.

- **Razina zanimanja i potrebe adekvatnog spajanja prirode i industrije u kombinaciji s edukacijom**

U kontekstu edukativnih programa koji spajaju turističke staze, postoji sve veće zanimanje za integraciju prirodnih i industrijskih aspekata kako bi se unaprijedila turistička iskustva i promovirala održivost. Ovaj pristup ne samo da obogaćuje turističke ture, već i educira posjetitelje o važnosti očuvanja okoliša i održivog razvoja.

1. Promicanje održivog turizma: Edukativni programi koji spajaju turističke staze mogu igrati ključnu ulogu u promicanju održivog turizma. Kroz takve programe, posjetitelji se mogu educirati o lokalnim ekosustavima, očuvanju prirodnih resursa, utjecaju turizma i industrije na okoliš. Programi mogu uključivati radionice i vodiče koji će ih poučiti o održivim praksama, poput smanjenja otpada i očuvanja bioraznolikosti.

2. Integracija industrije i prirode: Spajanje turističkih staza s edukativnim sadržajem o industrijskoj baštini i održivim praksama omogućuje posjetiteljima da bolje razumiju povezanost između ljudskih aktivnosti i prirode. Na primjer, staze mogu biti povezane s povijesnim industrijskim lokacijama, gdje se posjetitelji mogu upoznati s utjecajem industrije na okoliš i načinima na koje su se industrijski procesi prilagodili kako bi smanjili svoj ekološki otisak.

3. Razvoj inovativnih edukativnih sadržaja: Razvoj inovativnih edukativnih sadržaja, kao što su interaktivne karte, mobilne aplikacije i virtualne ture, može poboljšati iskustvo posjetitelja. Ovi alati mogu pružiti informacije o ekologiji, održivosti i povijesti industrije u kontekstu turističkih staza, čime se povećava angažman i svijest posjetitelja.

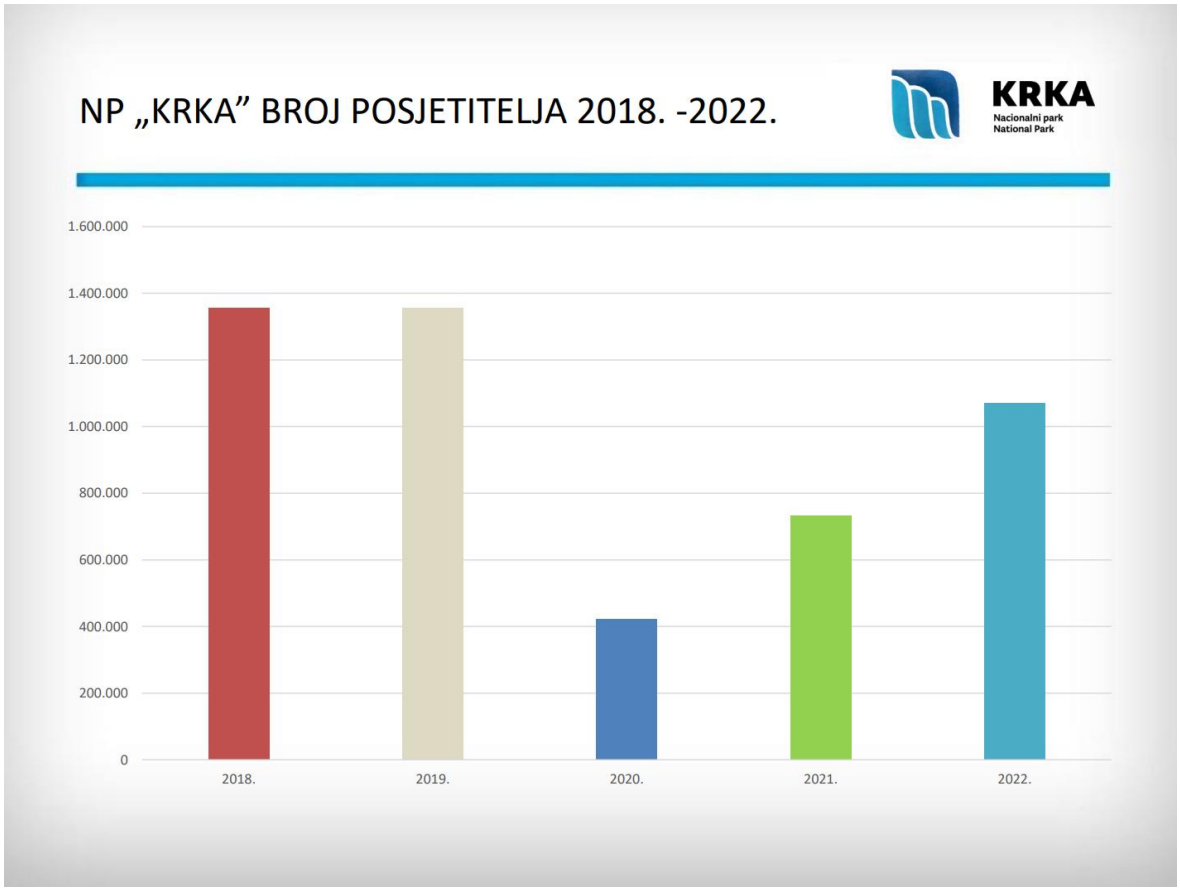
4. Suradnja s lokalnim zajednicama: Uključivanje lokalnih zajednica u razvoj i implementaciju edukativnih programa može osigurati da sadržaji budu relevantni i kulturno osjetljivi. Lokalne zajednice često imaju duboko razumijevanje lokalne prirode i industrijske baštine, što može obogatiti edukativne programe i podržati održivi turizam.

5. Edukacija i angažman posjetitelja: Edukativni programi mogu uključivati aktivnosti poput vođenih tura, radionica i seminara koji omogućuju posjetiteljima da aktivno sudjeluju u učenju i očuvanju okoliša. Kroz interakciju s vodičima i stručnjacima, posjetitelji mogu steći konkretno znanje o ekološkim izazovima i rješenjima te razviti dublje razumijevanje o važnosti očuvanja prirodnih i industrijskih resursa.

6. Utjecaj na lokalnu ekonomiju: Razvijeni edukativni programi mogu imati pozitivan utjecaj na lokalnu ekonomiju poticanjem ekoturizma i stvaranjem novih poslovnih prilika. Povezivanje prirodnih ljepota s edukativnim sadržajem može privući posjetitelje koji cijene održivost i kulturnu baštinu, čime se doprinosi održivom razvoju lokalnih zajednica.

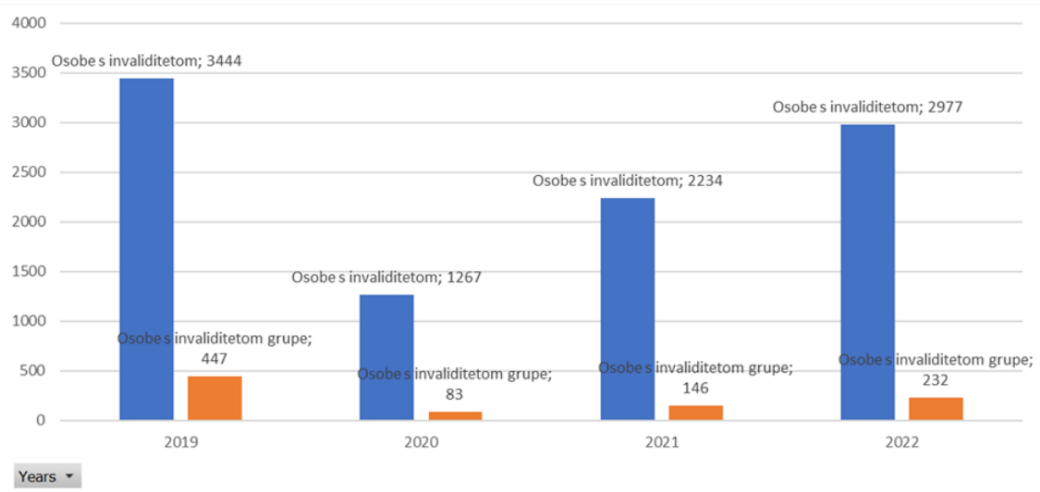
Spajanje prirode i industrije kroz edukativne turističke programe predstavlja važan korak ka održivom turizmu. Kroz integraciju ovih aspekata, posjetitelji mogu steći dublje razumijevanje o povezanosti između prirodnih resursa i ljudskih aktivnosti te razviti svijest o potrebi za njihovim očuvanjem.

Treba znati da se kod svake grupe informacija može javiti manjak podataka potrebnih za provedbu plana. U ovom slučaju, potrebno je promatrati povijesne podatke o vodostaju rijeke, kakvoći vode, nanosima mulja, ali nama najbitnije, broju posjetitelja u određeno vremensko razdoblje (Slika 38). Takvi podatci često mogu odudarati na neko dulje vremensko razdoblje te u tome vidimo mogući manjak podataka.



Slika 38: Broj posjetitelja NP „Krka" [24]

Važno je voditi računa i o strukturi posjetitelja (Slika 39) gdje na datome primjeru možemo vidjeti koliko zapravo osoba s poteškoćama posjećuje NP „Krka“.



Slika 39: Struktura posjetitelja NP „Krka“ [24]

Također, potrebno je provesti dodatne studije kako bi dobili uvid u stvarnu zainteresiranost u projekt. Određene vrste anketiranja stanovništva i turista koji se nađu u blizini ili u samom nacionalnom parku Krka. Kao i iznad navedeno, svakako jedan od podataka koji u ovome trenutku nedostaju.

Dostupni podaci mogli su biti prikupljeni u prošlosti, kada su uvjeti u slivu bili znatno drugačiji, što može smanjiti njihovu relevantnost za trenutnu situaciju. Također, podaci možda nisu prikupljani u specifičnim sezonama ili hidrološkim uvjetima koji su važni za analizu, poput proljetnog otapanja snijega ili neposredno nakon žetve usjeva.

Postoji i manjak prostornih podataka koji se javlja kada postojeći podaci nisu prikupljeni na lokacijama ili u prostornim rasponima koji su potrebni za provedbu analize. Ova vrsta manjka može se pojaviti na različitim zemljopisnim razinama, od lokalnih područja do šire geografske rasprostranjenosti.

Na razini pojedinačnog vodotoka, manjak prostornih podataka može utjecati na različite vrste analiza. Uzorci prikupljeni na mjestu gdje pritok ulazi u glavnu rijeku mogu sugerirati da podsliv tog pritoka doprinosi onečišćenju, ali možda neće biti dovoljno specifični da precizno identificiraju izvor. Također, može biti teško ocijeniti učinkovitost napora u revitalizaciji ako podaci s lokacija koji omogućuju usporedbu uzvodnih i nizvodnih aktivnosti revitalizacije nisu dostupni.

Na pouzdanost takve analize mogu utjecati mnoge vrste područja prostornih podataka. Loša pokrivenost prostornim podacima područja istraživanja može otežati opisivanje jednostavnih odnosa između varijabli okoliša i smanjiti potencijal za opisivanje multivarijantnih odnosa između abiotičkih i biotičkih parametara. Osim toga, podzastupljenost nekih područja u regiji istraživanja može utjecati na pouzdanost i snagu analize.

Ograničenja

Neka od mogućih ograničenja bila bi:

- Nedostatak znanja, informacija i smatranje kako određene informacije postoje
- Nerazumijevanje konteksta
- Nedovoljno razvijene vještine ili neimanje istih
- Nedostatak resursa i prikupljanja podataka

Granice se moraju uzeti u obzir dijelom na početku, dijelom tijekom ove faze i na kraju. Svaki put moramo uzeti u obzir važnost nedostatka informacija ili vještina za sam projekt. Podaci koji se odnose na ekološke, fizičke ili hidrološke aspekte su vitalni i bez njih je nemoguće analizirati probleme i stvarati rješenja. Neke vitalne praznine u podacima mogu se popuniti tijekom projekta bez većih napora, primjerice dodatnim radom na terenu ili modeliranjem.

Rezultati

Rezultat ovog koraka bit će opis dostupnih relevantnih podataka i opis trenutne situacije, kao i podataka koji nedostaju. Ovime ćemo također, dobiti odluku o tome da li nešto predstavlja problem ili ne.

Alati

Ovim korakom tim opisuje stvarnu situaciju u skladu s njezinim odnosom s ciljem plana revitalizacije rijeke i okolnog područja. Neki od podataka mogu biti dostupni u Hrvatskim vodama, dok drugi skupovi podataka mogu biti dostupni u drugim usko povezanim organizacijama. Analizirajte kako bi ove povezane organizacije trebale biti uvedene u projekt.

Ako posjeduju podatke za dijeljenje, za smatrati je kako neće biti potrebe da se više uključuju u proces. Ako mogu novčano pomoći mjerama ili imati ulogu odluke u projektu, bilo bi mudro sudjelovati u projektu, primjerice kao član odbora za savjetovanje ili odbora za upravljanje projektom.

9.4. Opis stvarnog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu

Rijeka Krka, poznata po svojoj izvanrednoj ljepoti i biološkoj raznolikosti, predstavlja jedan od najvažnijih prirodnih resursa u Hrvatskoj. Uz rijeku se nalazi hidroelektrana Jaruga, koja ima značajnu povijest i utjecaj na okoliš. Plan revitalizacije vodotoka uz rijeku Krku, uključujući područje oko hidroelektrane Jaruga, nudi priliku za razvoj edukativno-turističke promidžbe koja može obogatiti iskustvo posjetitelja i unaprijediti održivost područja.

Trenutno stanje uz rijeku Krku i u okolici hidroelektrane Jaruga uključuje nekoliko ključnih aspekata.

Promatrano kroz ekologiju znamo da je rjeka Krka poznata je po svojim spektakularnim slapovima, travnatim i šumskim područjima te močvarama koje su staništa za raznovrsne biljne i životinjske vrste. Međutim, regulacija vodnog toka zbog hidroelektrane Jaruga može utjecati na prirodne obrasce protoka, što može promijeniti habituse i sezonske varijacije u biološkoj raznolikosti. U nekim dijelovima rijeke mogu se primijetiti promjene u kvaliteti vode, uključujući varijacije u pH vrijednosti, koncentraciji hranjivih tvari i razinama oksidacije.

Kroz industrijsku baštinu znamo da je hidroelektrana Jaruga jedna od najstarijih u Europi te ima bogatu povijest i značajnu ulogu u razvoju energetike. Započela je s radom početkom 20. stoljeća i smatra se prvom hidroelektranom u Europi. Iako su modernizirani mnogi njeni dijelovi, originalni sustavi i tehnologije predstavljaju značajan dio kulturne baštine. Raspored, dizajn i operativni procesi hidroelektrane nude uvid u povijest industrijskog razvoja i tehnoloških inovacija.

Povijesne operacije hidroelektrane, uključujući promjene u protoku rijeke i regulaciju vodnih resursa, ostavile su trajne učinke na ekosustav rijeke Krke. Ovi utjecaji mogu uključivati promjene u vodenim površinama, sedimentaciji i kvaliteti vode.

Turističkom infrastrukturom već su se ranije izvele postojeće turističke staze i informativni centri uz rijeku Krku (Slika 40), no njihova povezanost s hidroelektranom Jaruga i edukativni sadržaji mogu se uklopiti i dati dodatnu edukativnu notu.

Slika 40: Informativna pozicija uz rijeku Krku [24]

Pristup nekim dijelovima rijeke Krke i hidroelektrane može biti ograničen, što može otežati potpunu integraciju u turističke ture. Povećanje informacija i edukativnih sadržaja na stazama može poboljšati iskustvo posjetitelja i njihovo razumijevanje povijesti i ekologije područja. Tako je prije par godina uvedena zabrana kupanja u rijeci Krki (Slika 40) na području skradinskog buka jer se time uništava podvodni ekosustav.

Slika 41: Zabrana kupanja u rijeci Krki [25]

Opis trenutnog stanja uz rijeku Krku i hidroelektranu Jaruga pruža ključne informacije za razvoj i implementaciju planova revitalizacije i edukativno-turističkih aktivnosti. Razumijevanje ekoloških uvjeta, industrijske baštine i postojećih turističkih resursa omogućava usklađivanje revitalizacijskih napora s ciljevima održivog turizma i obrazovanja. Ova analiza pomaže u prepoznavanju područja za poboljšanje i prilagodbu kako bi se osigurala održiva i informativna turistička iskustva koja poštuju i zadržavaju prirodnu i kulturnu baštinu.

9.5. Opis željenog stanja

Svrha

Opisivanje željenog stanja uključuje stvaranje vizije s kojom se slažu sve zainteresirane strane. Zahtjevi za ovo željeno stanje moraju se prikupiti tako da se može odrediti razlika između trenutnog i željenog stanja.

Postoji nekoliko važnih dijelova na kojima se zasniva ovaj korak.

Vizija je dugoročni cilj ili ideja o tome što se želi postići ili postati u budućnosti. To je inspirativna i usmjeravajuća slika željenog stanja ili postignuća koje služi kao vodič u planiranju i donošenju odluka. Vizija često odražava osnovne vrijednosti i ambicije organizacije, zajednice ili pojedinca. U našem slučaju ona opisuje idealnu situaciju i bazira se na radionicama i sastancima grupa dionika koji zajedno donose viziju plana.

Razvoj detaljnih ciljeva za različite vodne značajke u području, nakon čega slijedi prioritet koji mogu biti priroda, sigurnost, opskrba vodom, poljoprivreda, turizam, industrija i drugo.

Željeno stanje potrebno je opisati na raznim razinama kao na primjer ekološko-zavičajna, hidrotehnička, hidromorfološka uključujući kakvoću vode te fauna i flora.

Načela i metode

Pravci razvoja zacrtani su i planirani u ovom trenutku, tako da voditelji područja i dionici mogu donijeti jasne odluke o razvoju projekta.

Projekt revitalizacije vodotoka vjerojatno nije jedini projekt koji će se realizirati na nekom području. U budućnosti bi moglo biti drugih projekata povezanih s različitim aspektima. Da bi se stvorila kohezija između svih ovih projekata, to će pomoći u stvaranju slike o tome kako ljudi vide budućnost područja projekta. Postoji mogućnost da se ta slika nikada neće ostvariti, jer su prepreke njenom ostvarenju brojne.

Vizija može postojati s više od tehničkog gledišta. Kroz socio ekonomsko gledište, na primjer, može se raspravljati koje je idealno mjesto za budući rezervoar vode, koji se kulturni aspekti regije mogu razviti, koji treba biti razvoj poljoprivrede na određenom području ili čak potreba za industrijskim proširenjem u sklopu plana.

Takva vizualizacija može se odraditi na papiru, a slike mogu pomoći u stvaranju zajedničke vizije željene situacije i dati prve ideje o općim mjerama za postizanje te situacije. Vizija pruža stalnu referentnu točku i smjer, što je posebno važno za projekte rehabilitacije koji mogu trajati godinama. Ona opisuje osnovnu motivaciju koja podržava napore, iako se ciljevi, svrha ili opći cilj možda neće u potpunosti ostvariti zbog stalnih promjena i prilagodbi potreba.

Vizija pomaže u održavanju napretka i usmjerenosti, te je ključna za zajedničko razumijevanje i razvoj s partnerima i dionicima. Također, vizija je važna za uvjeravanje onih koji su protiv planova revitalizacije vodotoka i pomaže u upravljanju konfliktima. Kreiranje vizije služi kao specifična metoda za uključivanje svih relevantnih dionika u proces.

Željeno stanje treba se analizirati i dokumentirati u planu kako bi čitatelji mogli razumjeti kako bi određeni dijelovi planskog područja trebali izgledati ili funkcionirati nakon što se provedu mjere iz plana.

Planirana odnosno, situacija koju želimo dobiti opisuje se u razinama koje imaju svoje osnovne funkcije. U nekim slučajevima, ovisno o opsegu projekta, možda neće biti potrebno razraditi sve funkcije. Na primjer, ako je opseg vašeg projekta ograničen na poboljšanje kakvoće vode putem zaustavljanja dotoka otpadnih voda iz određenog izvora.

Za svaki aspekt mogu se identificirati specifične potrebe koje pomažu u razumijevanju i kvantificiranju tog aspekta. Kvantificiranje je ključno za uspostavljanje objektivnih kriterija za opisivanje i praćenje na terenu. U ovom odlomku, potrebe su detaljnije opisane u odnosu na prethodno navedene aspekte.

Ispunjavanje ovih potreba osigurava da su uvjeti optimalni za postizanje cilja. Međutim, u praksi možda neće uvijek biti moguće zadovoljiti ove zahtjeve zbog potencijalno prevelikih negativnih posljedica na druge aspekte. Stoga potrebe opisuju idealnu situaciju.

- Zahtjevi vezani za ekologiju okoliša

U krajobraznoj ekologiji, ključne potrebe obuhvaćaju ekološke tokove unutar krajobraznih mozaika, korištenje zemljišta i promjene u zemljišnom pokrovu, razmjeravanje, povezivanje analiza krajobraznog obrasca s ekološkim procesima te očuvanje i održivost okoliša.

- Zahtjevi vezani za druga zaštićena područja i Naturu 2000

Ciljne vrste ovisne o vodi, koje su navedene u Direktivi o pticama i Direktivi o staništima, također imaju svoje specifične preferencije. Te informacije mogu se pronaći u znanstvenoj literaturi i trebaju biti provjerene u kontekstu Natura 2000.

Za neke vrste može biti dostupno vrlo specifično znanje o optimalnim uvjetima za održivu populaciju, koje proizlazi iz prethodnih znanstvenih istraživanja. S druge strane, za druge vrste može biti dostupno samo ograničeno znanje o njihovim specifičnim životnim uvjetima.

Za sve čimbenike postoji mogućnost pružanja manje ili više detaljnog opisa. Na primjer, možda će biti poznato samo da je za preživljavanje potrebna srednja do jaka vodna struja, dok točne vrijednosti tokom godine i sadržaj kisika u vodi mogu ostati nepoznati. U takvoj situaciji, izrađivači plana mogu odlučiti hoće li provesti dodatna istraživanja ili ne.

- Zahtjevi vezani uz funkcije korištenja vode, zemljišta i slično

Postoji mnogo različitih potreba za vodom, uključujući hidroenergiju, stanovanje, infrastrukturu, plovidbu, ribarstvo, crpljenje za piće, rashladnu vodu i sustave odvodnje. Sve te potrebe treba pažljivo razmotriti i uzeti u obzir.

- Zahtjevi vezani za količinu vode i hidrologiju

Iz opisa ili referentnih uvjeta za specifične vrste vodnih tijela u Hrvatskoj mogu se izvući ove potrebe ili zahtjevi.

- Zahtjevi vezani za protok koji je ekološki prihvatljiv

Ekološki prihvatljiv protok je način upravljanja vodom koji očuva funkcionalnost i strukturu riječnih ekosustava, dok istovremeno omogućuje korištenje vodnih resursa prema potrebama.

Režim toka rijeke ključan je za određivanje sastava, strukture, funkcije i dinamike riječnih ekosustava. Vodni organizmi prilagođavaju svoje životne strategije kao odgovor na prirodni režim toka.

Posljedice nedostatka odgovarajućeg režima protoka su široke i obuhvaćaju značajne promjene u strukturi populacija beskralježnjaka, riba i biljaka, smanjenje raznolikosti i broja riječnih ptica, ogroman gubitak močvarnih područja, te smanjenje ekološke, kulturne i krajobrazne raznolikosti. Također, može doći do gubitka socio-kulturnih vrijednosti i smanjenja turističkog potencijala.

- Zahtjevi vezani za kvalitetu vode i hidromorfologiju

Definirani su Uredbom o kakvoći vode odnosno, Vodičem za hidromorfološki monitoring i ocjenu rijeka u Hrvatskoj.

Ograničenja

- Nedostatak podataka, vještina i razumijevanja
- Nepoznavanje procesa sudionika
- Nepostojanje potrebnog koncensusa
- Višestruki planovi i prioriteti
- Vrijednosne predrasude i politička nezainteresiranost

Da bi smo proveli analize željenog stanja i ispunili određene zahtjeve, potrebni su nam odgovarajući podatci. Ideje, mišljenja, uvjerenja i drugo stvaraju većinu ograničenja. Oni mogu biti kulturnog, socijalnog ili čak psihološkog izvora kod pojedinaca ili grupa, i ne smiju se zanemariti. Međutim, nije jednostavno postupati prema njima, a još teže ih je promijeniti. Prema ograničenjima treba postupiti upravljanjem konfliktima projektnog tima koji se služe organizacijskim i komunikativnim vještinama visoke razine. Treba kazati kako nije mudra strategija ignorirati ograničenja jer se u kasnijoj fazi projekta može požaliti te dovesti do kašnjenja u provedbi projekta.

Rezultati

Kao glavni rezultat, željeno stanje bitno je dobro opisati te steći dobar uvid, a vizualizirati ga ili objasniti kartama, tablicama i slično kako bi se dobila najkvalitetnija sllika.

Alati

Kako bi se opravdali i zadovoljili relevantni parametri u projektnom okruženju, anlizu optimalne situacije te zajedničku viziju donosi projektni tim u ovom koraku.

9.6. Opis željenog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu

Slika 42: Novo stanje [8]

Plan revitalizacije vodotoka uz rijeku Krku, posebno u području hidroelektrane Jaruga, teži uspostavi željenog stanja koje integrira ekološke, edukativne i turističke ciljeve. Cilj je stvoriti uravnotežen sustav koji ne samo da poboljšava ekološke uvjete vodotoka, već i pruža bogatu edukativnu i turističku ponudu.

Primarni cilj revitalizacije je obnova prirodnih staništa i poboljšanje ekoloških uvjeta uz rijeku Krku. Ovo uključuje revitalizaciju vodenih staništa, obnovu močvarnih područja, te poboljšanje kvalitete vode i prirodne dinamike rijeke. Obnova prirodnih režima protoka i očuvanje bioraznolikosti ključni su za stvaranje zdravog ekosustava koji podržava raznolike vodne i kopnene vrste.

U okviru revitalizacije, planira se razvoj edukativnih staza i centara koji će pružiti posjetiteljima informacije o ekološkim procesima, biološkoj raznolikosti i važnosti očuvanja vodnih ekosustava. Edukativne staze uz rijeku Krku bit će opremljene informativnim tablama i interaktivnim točkama koje objašnjavaju funkcije različitih dijelova ekosustava i utjecaj ljudskih aktivnosti na njih. Centar za posjetitelje i obrazovne radionice pružit će praktična znanja i potaknuti svijest o očuvanju okoliša.

Revitalizacija će također usmjeriti razvoj turističke infrastrukture kako bi privukla posjetitelje i promovirala ljepotu i značaj rijeke Krke i hidroelektrane Jaruga. Stvaranje atraktivnih turističkih ruta, vidikovaca i informativnih točaka omogućit će posjetiteljima da uživaju u prirodnim ljepotama rijeke, dok će vođene ture i edukativni programi nuditi dublje razumijevanje ekoloških i kulturnih značajki područja. Promocija održivog turizma i ekoturizma bit će ključna za osiguranje dugoročnog očuvanja i valorizacije prirodnih resursa.

Hidroelektrana Jaruga, kao povijesno i tehnički značajan element, bit će integrirana u turističku i edukativnu ponudu. Planira se uključivanje hidroelektrane u edukativne ture koje će objasniti njezinu ulogu u regulaciji protoka rijeke i utjecaj na okoliš. Povijesni značaj hidroelektrane, zajedno s informacijama o njenim tehnološkim aspektima, pružit će dodatnu dimenziju posjetiteljima.

U konačnici, željeno stanje prema planu revitalizacije uz rijeku Krku i hidroelektranu Jaruga obuhvaća stvaranje ekološki održivog, edukativno bogatog i turistički atraktivnog područja koje će doprinijeti očuvanju prirode, edukaciji i lokalnom turizmu.

9.7. Analiza razlike stvarnog i željenog stanja

Svrha

Cilj ovoga koraka je utvrditi razliku između 2. i 3. koraka odnosno, kako i naslov kaže, stvarnog i željenog stanja, a ono se provodi u 3 koraka:

- Analiza razlike usporedbom
- Definiranjem grupe rješenja
- Provjerom programa mjera PUPV-a

Načela i metode

- Analiziranje

Mjere su usmjerene razlikama za različite aspekte, a svaka razlika je odstupanje željenog i stvarnog stanja. Kako bi se dobila tražena analiza razlike potrebno je usporedbe odraditi pod istim uvjetima i na istoj razini.

Definirane su tri razine:

- Cijeli sliv, u ekološko-okolišnom pogledu od izvora do ušća
- Vodna tijela u slivu, flora i fauna, ekosustavi, infrastruktura, dimenzije, klasifikacije
- Stanje voda s ekološkog aspekta, kvaliteta vode, hidromorfologija

S obzirom da smo ovim radom udaljeni od same obale rijeke, za uzeti je kako se bitni zahtjevi spomenutih razina neće bitno promijeniti. Kroz određeno vrijeme i adaptaciju novog stanja postoje mogućnosti za utjecajem na iste, ali poglavito zbog povećanja prometa ljudi te u tom smjeru dodatno uznemiravanje sada djelomično mirnog područja.

- Definiranje

Kako bi se prevladale razlike, potrebno je razviti prve ideje za rješavanje problema. Ovo se može učiniti koristeći opće pojmove i izraze. Često se može identificirati nekoliko potencijalnih rješenja za svaku grupu, iako će učinci svih rješenja u ovoj fazi biti nejasni. Ipak, preporučuje se imati širok pregled svih mogućih rješenja u ovoj fazi.

Sva ta potencijalna rješenja mogu poslužiti kao ulazne informacije za različite skupine mjera koje će se dodati različitim scenarijima u 5. koraku. U tom koraku, svi scenariji će trebati procjenu ili odgovarajuću ocjenu kako bi se utvrdili učinci mjera.

- Provjera PUVP-a

PUVP uključuje program mjera koji pruža sveobuhvatan pregled mogućih rješenja za sve ciljeve ODV-a, a samim time i za ciljeve svakog Plana sanacije vodotoka. Potrebno je provjeriti da li se grupa okvirnih rješenja uklapa s listom PUVP-a.

Također, ukoliko se pronađu određena odstupanja, potrebno je pokušati uklopiti plan.

Ograničenja

- Nedostatak znanja, vještina i alata
- Otežano usklađivanje razmjera
- Nedostatak informacija, razumijevanja i koncensusa
- Nepoznavanje procesa
- Vrijednosne predrasude i politička nezainteresiranost

Većina gore navedenih ograničenja odnosi se na informacije i iskustvo, kao što su vještine, podaci, vrijednosni sudovi i definiranje opsega. S druge strane, socijalni i politički kontekst može značajno utjecati na projekt, njegov proces i rezultate. Ovo se ne smije zanemariti, jer može imati velik utjecaj na rezultate, proces, rokove i ishod projekta, kao i na njegovu kasniju provedbu. Potrebna je odgovarajuća organizacija kako bi se izbjegli takvi rizici.

Rezultati

Poanta je stvoriti ideju o prevladavanju razlika kroz dani opis stvarnog i željenog stanja. Može uključivati opise s vizualizacijama i kartam opsega kao u geografskim kartama.

Alati

U ovom koraku utvrđuje se razlika između postojećeg i željenog stanja za relevantne parametre. Korisni alati u ovom procesu uključuju komunikaciju te biofizičku, sociopolitičku i ekonomsku analizu podataka.

9.8. Analiza razlike stvarnog i željenog stanja na rijeci Krki uz HE Jarugu

Najbitnija napomena je kako se korito i cijeli profil rijeke Krke nije promijenio odnosno na njemu nema nikakvih promjena, a što možemo vidjeti niže u nacrtnoj dokumentaciji s obzirom da za potrebe uključivanja obilaska hidroelektrane Jaruga u sklopu edukacijsko-muzejskog kompleksa nije bilo potrebe zadirati u obalu ili samo korito (Slika 43).

Slika 43: Stvarno i željeno stanje skradinskog buka [24]

Neke od najvećih promjena su:

- Potreba za izvođenjem rampi i podiznih platformi za invalide
- Izmjena starih industrijskih objekata u muzejske prostore
- Zadovoljavanje potreba građana, turista, osoba željnih znanja
- Nepromijenjen tok Krke prilikom zahvata
- Moguća promjena flore i faune s vremenom

Kao moguću manu ovoga projekta moramo navesti veliku i iznenadnu mogućnost za priljevom većeg broja ljudi kroz obilaske postrojenja dok je ono u radu, a što može predstavljati svojevrsni sigurnosno tehnički izazov.

Stoga je potrebno povećanu pozornost obratiti na način obilazaka, ograničenju broja ljudi, potrebnom broju osoblja te ostalim važnim segmentima korisnim za ljude, okoliš, ali i postrojenje.

Glavno pitanje, kao i u ostalim velikim projektima, na kraju ostaje o financijama i vremenskim potrebama i ograničenjima.

Koraci koji se nastavljaju nisu primjenjivi u ovom diplomskom radu te ih ne možemo jasno razaznati:

5. korak: Izrada i odabir scenarija s dionicima

6. korak: Utvrđivanje i ocjena mjera u okviru odabranog scenarija

7. korak: Odobrenje donositelja odluka i informiranje javnosti.

10. ZAKLJUČAK

Kao što smo ranije spomenuli, krajnji cilj ovog završnog rada bio je educirati o hidroelektranama i naglasiti njihovu važnost. Treba istaknuti da je važnost vode u svjetskim razmjerima i njezin utjecaj na život ljudi i prirodni svijet iznimno velik. Unatoč napretku tehnologije i industrije, čovječanstvo i dalje ovisi o prirodnim resursima, koji su ključni za naše preživljavanje.

Kada je riječ o hidroelektranama, one su ključne za proizvodnju električne energije, iako hidroelektrana Jaruga nije među najjačima u Hrvatskoj po snazi. Ipak, njezina važnost leži u kulturnom naslijeđu i estetskoj ljepoti kao dijelu Skradinskog buka, jednog od najljepših sustava vodopada na rijeci Krki. Stoga je bitno da se brinemo o njoj s poštovanjem prema njezinoj okolini i estetici.

Izazov pristupa hidroelektrani, kroz nacionalni park Krka, predstavlja veliki logistički izazov, pogotovo za potrebe HEP-a koji mora osigurati pristup za tešku mehanizaciju, iako to može štetiti okolnim pristupnim cestama. Učestali remonti hidroelektrane tijekom ljetnih mjeseci ključni su za održavanje njene operativnosti, uključujući sanaciju turbine, generatora i drugih ključnih elemenata.

Zaključno, razvoj turističkog središta oko hidroelektrane Jaruga na rijeci Krki predstavlja značajan korak prema promicanju kulturne baštine i održivog turizma u Hrvatskoj. Integracija muzejskog centra unutar same hidroelektrane pruža posjetiteljima jedinstvenu priliku da dublje razumiju povijesni i tehnički značaj ovog objekta, kao i utjecaj na okoliš i lokalnu zajednicu.

Osim što će turistički centar obogatiti ponudu područja Skradinskog buka, jednog od najljepših prirodnih fenomena na rijeci Krki, on će također potaknuti ekonomski razvoj lokalnih zajednica kroz turizam i povećati svijest o važnosti očuvanja vodnih resursa i energetske održivosti.

Uzimajući u obzir izazove pristupa i očuvanja okoliša, ključno je da se sve aktivnosti razvoja turističkog središta provode uz poštivanje najviših ekoloških standarda i održivih praksi. Nadalje, važno je kontinuirano surađivati s lokalnim vlastima, stručnjacima i zajednicom kako bi se osigurala harmonija između turističkih aktivnosti i zaštite prirodnog okoliša.

Kroz integraciju obrazovnih programa, interpretativnih sadržaja i promociju ekološke osviještenosti, turistički centar može postati model održivog turizma u zaštićenom prirodnom području. Ova inicijativa ne samo da će privući posjetitelje iz cijelog svijeta, već će i potaknuti lokalnu zajednicu na dugoročnu brigu o prirodnim resursima i kulturnom naslijeđu koji čine srž identiteta ovog prekrasnog dijela Hrvatske.

11. LITERATURA

[1] HEP – Proizvodnja d.o.o., Hidroelektrane, https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/1528, pristup srpanj 2024.

[2] Maričević, Srđan: Određivanje osnovnih komponenti za izgradnju male hidroelektrane, diplomski rad, Građevinski fakultet osijek, 2017., https://core.ac.uk/download/pdf/80293312.pdf, pristup srpanj 2024.

[3] Bukovčan, Mario, Pogoni hidroelektrana, Završni rad, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, 2016., https://zir.nsk.hr/islandora/object/etfos:885/preview, pristup srpanj 2024.

[4] Wikipedija https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana, pristup srpanj, 2024.

[5] Jerkić, Leo, Povijest korištenja energije vode, https://www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode, pristup srpanj 2024.

[6] Brošura, Hidroelektrana Jaruga, PP HE JUG – Split, Pogon HE NA KRKI, 22303 Oklaj, HEP – PROIZVODNJA d.o.o., listopad 2003.

[7] Građevinski fakultet u Splitu, http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrotehnicke_gradevine/nastavni_materijali/Dio2/Akumulacije.pdf, pristup kolovoz 2024.

[8] Građevinski fakultet u Rijeci, Linić, Toni; Hidroelektrane – primjer hidroelektrane Jaruga; Završni rad, Rijeka 2021.

[9] Građevinski fakultet u Zagrebu http://gradst.unist.hr/Portals/9/docs/katedre/Privredna%20hidrotehnika/PSG%20Hidrot%20grad/PREZENTACIJA_3.DIO.pdf, pristup kolovoz 2024.

[10] Stojić, Petar, Hidrotehničke građevine, Knjiga III, Građevinski fakultet sveučilišta u Splitu, Split, 1999.

[11] Đorđević, Branislav, Korišćenje vodnih snaga, Osnove hidroenergetskog korišćenja voda, Građevinski fakultet univerziteta u beogradu, beograd, 1981.

[12] Babić, Matija, Rad hidroelektrane s tri jednaka agregata, Diplomski rad, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, 2017., https://core.ac.uk/download/pdf/197864536.pdf, pristup kolovoz 2024.

[13] Jerkić, Leo, Načini pretvorbe energije valova i plime i oseke u električnu energiju - Plimne brane, https://www.obnovljivi.com/energija-oceana/73-nacini-pretvorbe-energije-valova-i-plime-i-oseke-u-elektricnu-energiju?start=1, pristup kolovoz 2024.

[14] Materijali s predavanja; Revitalizacija vodotoka, Ožanić N.

[15] Vodič za izradu Plana revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj, Hrvatske vode, Zagreb, 2017.

[16] Obnova vodotoka-mjera zaštite i poboljšanja rječnog ekosustava, Tadić L. i Blagus M.,2018.

[17] Vodič za izradu Planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj, Vodič je rezultat projekta MEANDER; (2013)

[18] Brošura, Hidroelektrana Đale, PP HE JUG – Split, Pogon HE NA CETINI, 21232 Trilj, HEP – PROIZVODNJA d.o.o., travanj 2005.

[19] Brošura, Hidroelektrana Miljacka, PP HE JUG – Split, Pogon HE NA KRKI, 22303 Oklaj, HEP – PROIZVODNJA d.o.o., travanj 2007.

[20] Pavković, Ivan, Pregled hidroenergetskog korištenja voda za potrebe izrade Plana upravljanja vodnim područjima, Hrvatske vode, Zavod za vodno gospodarstvo, rujan 2019. https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/pregled_hidroenergetskog_koristenja_voda_za_potrebe_izrade_plana_upravljanja_vodnim_podrucjima.pdf, pristup rujan 2024.

[21] NN 25/2020 (6.3.2020.), Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2020_03_25_602.html, 28.02.2020., pristup rujan, 2024.

[22] Google maps; https://www.google.com/maps/@43.8043826,15.963897,581m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MDkwOS4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D, pristup rujan 2024.

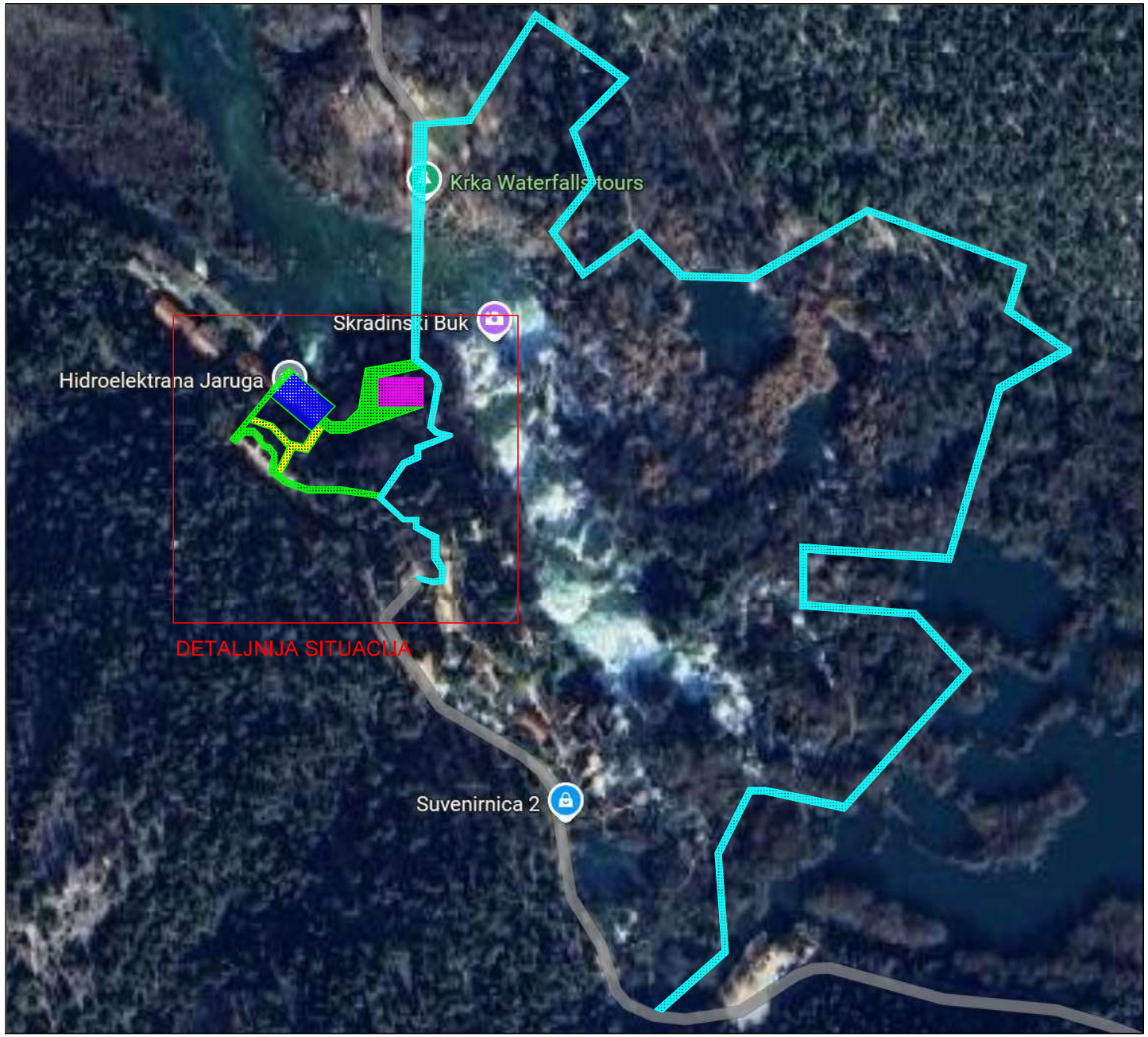
[23] Nacionalni park Krka / Za posjetitelje / Karte i brošure / Karta NP „Krka“; https://www.npkrka.hr/hr/posjeti/karte-i-brosure/, pristup rujan 2024.

[24] Nacionalni park „Krka“, Pristupačni turizam u NP „Krka”, Cvitan I., 2023.; https://mint.gov.hr/UserDocsImages/2023_prezentacije/005_230330_NP-Krka.pdf, pristup rujan 2024.

[25] Šibenski portal, Marotti M., 15.05.2018., https://sibenskiportal.hr/aktualno/na-skradinskom-buku-uvedene-nove-mjere-za-posjetitelje-i-kupace/, pristup rujan 2024.,

12. NACRTNA DOKUMENTACIJA

SITUACIJA ŠETNICA



LEGENDA

- POSTOJEĆA TRASA ŠETNICE
- NOVA TRASA ŠETNICE
- ALTERNATIVNA TRASA ŠETNICE
- STARO POSTROJENJE HE
- POSTOJEĆE POSTROJENJE HE

G	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI		
Diplomski rad: **UREĐENJE I REVITALIZACIJA HIDROCENTRALE JARUGA**	Sadržaj nacrta: **SITUACIJA ŠETNICA**		
Student: **Toni Linić**	Kolegij: **REVITALIZACIJA VODOTOKA**		
Mentor: prof. dr. sc. **Nevenka Ožanić**	Datum: 09/2024	Mjerilo: /	List: 1

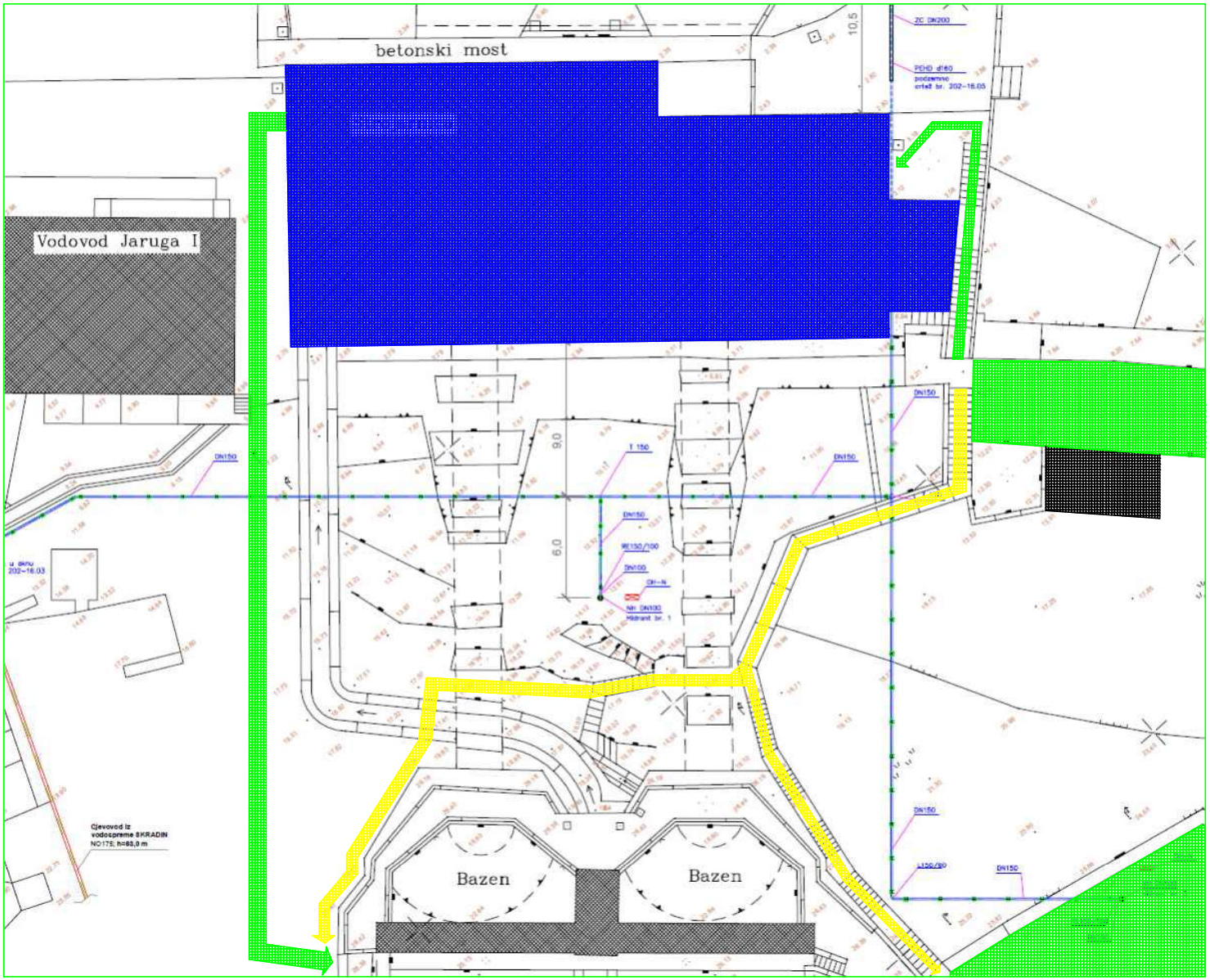
DETALJNIJA SITUACIJA ŠETNICA

LEGENDA

- POSTOJEĆA TRASA ŠETNICE
- POSTOJEĆI PRILAZNI PUTEVI
  NOVA TRASA ŠETNICE
- ALTERNATIVNA TRASA ŠETNICE
- STARO POSTROJENJE HE
  INFO PULT I IZLOŽBA
- STROJARNICA
  HIDROELEKTRANE JARUGA

G GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad: **UREĐENJE I REVITALIZACIJA HIDROCENTRALE JARUGA**	Sadržaj nacrta: **DETALJNIJA SITUACIJA ŠETNICA**		
Student: **Toni Linić**	Kolegij: **REVITALIZACIJA VODOTOKA**		
Mentor: prof. dr. sc. **Nevenka Ožanić**	Datum: 09/2024	Mjerilo: /	List: 2

SITUACIJA ŠETNICA POSTROJENJA



LEGENDA

- POSTOJEĆI PRILAZNI PUTEVI NOVA TRASA ŠETNICE
- ALTERNATIVNA TRASA ŠETNICE
- STROJARNICA HIDROELEKTRANE JARUGA
- PRIJEMNI PULT GOSTIJU PRIJE ULASKA U KRUG POSTROJENJA

G GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI			
Diplomski rad: **UREĐENJE I REVITALIZACIJA HIDROCENTRALE JARUGA**	Sadržaj nacrta: **SITUACIJA ŠETNICA POSTROJENJA**		
Student: **Toni Linić**	Kolegij: **REVITALIZACIJA VODOTOKA**		
Mentor: prof. dr. sc. **Nevenka Ožanić**	Datum: 09/2024	Mjerilo: /	List: 3