Procjena prirodnog i okolišnog toka rijeke Noguera u Španjolskoj

Erceg, Ivona

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:456781

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Agriculture

PROCJENA PRIRODNOG I OKOLIŠNOG TOKA RIJEKE NOGUERA U ŠPANJOLSKOJ

DIPLOMSKI RAD

Ivona Erceg

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

Diplomski studij:

Poljoprivredna tehnika – smjer Melioracije

PROCJENA PRIRODNOG I OKOLIŠNOG TOKA RIJEKE NOGUERA U ŠPANJOLSKOJ

DIPLOMSKI RAD

Ivona Erceg

Mentor:

Prof. dr. sc. Ivan Šimunić

Zagreb, rujan, 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Ivona Erceg** , JMBAG 0178102377, rođena 19.05.1996. u Splitu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

PROCJENA PRIRODNOG I OKOLIŠNOG TOKA RIJEKE NOGUERA U ŠPANJOLSKOJ

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

_____
Potpis studenta / studentice

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Ivona Erceg**, JMBAG 0178102377, naslova

PROCJENA PRIRODNOG I OKOLIŠNOG TOKA RIJEKE NOGUERA U ŠPANJOLSKOJ

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Prof. dr. sc. Ivan Šimunić mentor _____
2. Izv.prof. dr. sc. Tea Tomljanović član _____
3. Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić član _____

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Cilj istraživanja 3

1.2. Pregled prema znanstvenim radovima 3

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA 5

2.1. Geografski položaj 5

2.2. Reljef 6

2.3. Hidrografija 7

2.4. Neravnomjerna količina vode i njezina distribucija po regijama 11

2.5. Rijeka 13
2.5.1. Prirodni tok 14
2.5.2. Okolišni tok 14

3. MATERIJALI I METODE 15

3.1. Prikupljanje podataka 15

3.2. Obrada podataka 17
3.2.1. Izračun prirodnog i okolišnog toka rijeke 17
3.2.2. Izračun područja pogodnog za život ribe vrste *Barbus bocagei* 21
3.2.3. Index kvalitete priobalne vegetacije: *''QBR – PROTOCOL''* 22

4. REZULTATI 23

5. RASPRAVA 28

6. ZAKLJUČAK 29

7. POPIS LITERATURE 30

8. PRILOZI 32

9. ŽIVOTOPIS 37

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Ivona Erceg**, naslova

PROCJENA PRIRODNOG I OKOLIŠNOG TOKA RIJEKE NOGUERA U ŠPANJOLSKOJ

Odlika prirodnog toka rijeke je izmjena bržeg i slabijeg toka zbog meandriranja korita rijeke te na vodotoku nema izgrađenih prepreka poput brana ili drugih objekata. S druge strane okolišni tok podrazumijeva promijenjeni smjer korita i izgrađene prepreke unutar rijeke. Kod okolišnog toka je važno održavanje ekosustava, očuvanje staništa u priobalju te flore i faune u vodi, ali i važnost se pridaje estetskim izgledu okoliša i kulturnim vrijednostima.

Cilj rada je procijeniti prirodni i okolišni tok rijeke Noguera u Španjolskoj te odrediti koji tok je pogodniji za očuvanje ekoloških vrijednosti rijeke, odnosno zaštitu flore i faune.

Za izradu diplomskog rada korišteni su podaci dobiveni mjerenjem protoka rijeke, presjeka korita rijeke, te brzine vode na određenom području rijeke Noguera. Za izračunavanje vrijednosti protoka, usporedbu prirodnog i okolišnog toka, te određivanje područja pogodnog za život ribe vrste *Luciobarbus bocagei* koristio se računalni program ''RHYHABSIM''. Na temelju dobivenih podataka napravljena je procjena koliko je rijeka Noguera pogodna kao stanište za obitavanje ribe, te kvaliteta priobalne vegetacije.

Ključne riječi: prirodni tok, okolišni tok, *Luciobarbus bocagei*, priobalna vegetacija

Summary

Of the master's thesis – student **Ivona Erceg,** entitled

THE ESTIMATION OF NATURAL AND ENVIRONMENTAL FLOW OF THE RIVER NOGUERA IN SPAIN

The characteristic of natural flow of the river is the change between fast and slow flow due to meandering of riverbed, and also that there are no obstacles built inside of the watercourse such as dams or other structures. On the other hand, the environmental flow implies a changed direction of the riverbed and built barriers within the river. In the terms of environmental flow it is important to maintain ecosystem, preserve habitats in the coastal area and flora and fauna inside of the water, but also importance is attached to the aesthetic appearance of the environment and cultural values.

The aim of the study is to estimate natural and environmental flow of the river Noguera in Spain and to determine which flow is more suitable for the preservation of ecological values of the river, and also protection of flora and fauna.

The data was obtained by measuring the river flow, the cross section of the riverbed and water velocity in certain area of the river Noguera.

The computer program "RHYHABSIM" was used to calculate the flow value, compare the natural and environmental flow, and determine the area suitable for the life of fish of the species *Luciobarbus bocage*. Based on the obtained data, evaluation of river was made to find out how suitable river Noguera is as habitat for fish and quality of riparian vegetation.

Keywords: natural flow, environmental flow, *Luciobarbus bocagei*, riparian vegetation

1. Uvod

Hidrologija je znanost koja proučava značajke, vrste i kretanje vode kao i pojave na vodama u prirodi. Voda se nalazi u atmosferi, na površini zemlje i ispod površine zemlje. Na temelju praćenja hidroloških pojava, hidrologija donosi praktične zaključke u cilju boljeg gospodarenja vodom. Vode se u prirodi najčešće dijele na: atmosferske, površinske i podzemne (Šimunić, 2013). Također je bitno naglasiti kako proučava fizikalna, kemijska i biološka svojstva vode i njezin utjecaj na okoliš i na živa bića unutar i van vode.

U sastavu vodotoka postoje tzv. spremišta vode od kojih razlikujemo akumulacije i retencije.
Akumulacija se koristi za pohranjivanje vode (skladištenje) u vrijeme kada je ima u izobilju i koje se mogu koristiti u vrijeme nedostatka vode.
Retencija se koristi za pohranjivanje vode samo u vrijeme poplavnih voda i njihovo ispuštanje nakon prolaska velikih voda.[1]

Brane i ustave s odgovarajućim građevinama i opremom (preljevi, ispusti, hidromehanička oprema) omogućuju: stvaranje akumulacija i retencija, zahvaćanje vode za različite svrhe, preusmjeravanje toka vode, razdioba i upravljanje vodama.[1]

Održavanje riječnih ekosustava je osobito važno u mediteranskim regijama gdje su rijeke regulirane, vodni resursi ograničeni i gdje postoji velika vremenska i prostorna varijabilnost ekstremnih padalina, poplava i suša, što dovodi do različitih režima tokova (Gasith and Resh, 1999; Goodess, 2003).

Postoje različite metode za procjenu okolišnih, tj. prirodnih tokova. Većina metoda zahtjeva veliku količinu podataka (hidroloških, hidrauličkih, reljef, stanište, itd.) što nije uvijek dostupno te zahtjeva dugotrajni intenzivni terenski rad kako bi se dobili ispravni podaci (Alcázar i Palau, 2010).

[1] Izvor: http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrotehnicke_gradevine_diplomski/Hidropregled08.pdf

Okolišni tok bi se trebao izračunati na temelju režima prirodnog toka, što može biti napravljeno koristeći podatke dobivene s mjernih postaja, te prethodno proučenih presjeka režima prirodnog toka. Upravo ovo čini dostupnost i ispravnost podataka jako važnim (Alcázar i Palau, 2010).

U ovom radu naglasak je na rijeku Noguera u Španjolskoj, na određivanje njenog prirodnog i okolišnog toka. Izračuni prethodnih godina na toj rijeci su bili povoljni, ali kako se vremenske prilike i klima mijenjaju, tako se i utjecaj čovjeka na prirodu razlikuje od proteklih godina. Svaka promjena može biti pozitivna ili negativna tako je u ovom radu napravljeno istraživanje 2019. godine kako bi se provjerilo stanje rijeke, vegetacije te života unutar i van rijeke.

Luciobarbus bocagei (u znanstvenim krugovima poznata kao *Barbus bocagei*) je vrsta riječne ribe koja pripada porodici *Cyprinidae*, a nalazi se na području Španjolske (Katalonije i Andaluzije). Njezin znanstveni naziv odaje počast portugalskom zoologu i političaru Jose Vicente Barboza du Bocage.

Prirodni hibridi ovih riba su usko povezani s vrstom *Iberian Barbel* koja se često nalazi u rijeci Tagus, ujedno i najduža rijeka Iberijskog poluotoka. Ove dvije vrste i njihove hibride je teško razlikovati, ali ipak postoje karakteristične pojedinosti. Naime, *Luciobarbus bocagei* ima kraću i širu glavu, a repna peraja je nerazgranata.[2]

L.bocagei je endemična vrsta Atlanskog dijela Iberijskog poluotoka, te se pojavljuje na područjima Španjolske i Portugala. Obitavaju na usporenim srednjim i donjim dijelovima rijeka. Iako vrsta sama po sebi nije velika i rasprostranjena, ima je u velikom broju zbog kojeg se ne smatra ugroženom vrstom. Što se tiče hrane, uglavnom jede beskralježnjake i alge u rijeci. Mrijeste se u vodi koja je brža od njihovog uobičajenog staništa u periodu od kasnog proljeća do početka ljeta (od svibnja do lipnja). Ova vrsta je ujedno i dugoživuća kod koje je zabilježena najviša starost ribe od 14 godina.[2]

U sastav, strukturu i funkciju vodenog ekosustava pripadaju različite vrste rijeka od kojih razlikujemo otvorene, stalne, dinamične, longitudinalne, itd. Uz njih uvijek nalazimo

[2] Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Luciobarbus_bocagei

priobalnu vegetaciju koja je sastavni dio vodenog sustava i ima svoju funkciju i važnost. Vrijednosti priobalne vegetacije su: visoka biološka raznolikost (ekoton i biološki koridor), visoka produktivnost i visoka dinamika staništa (Alcázar, Palau, 2010).

U priobalnu vegetaciju spadaju različite vrste biljaka od kojih se razlikuju *makrofiti* koji se mogu naći na obali uz rub rijeke te uključuju trske i raslinje plitkog korijenja, *nisko raslinje* koje uključuje grmlje, trave, cvjetove manje od 1 metra, jer su od vitalnog značenja za gornji dio tla od 30 cm, vegetacija koja se nalazi na srednjem i gornjem toku unutar rijeke u koju spadaju vrste koje rastu od 1 do 5 metara u dubinu, te *submerzna vegetacija* koja se može naći uz gornji, srednji i donji tok rijeke i sastoji se od stabala koji rastu do visine od 20 metara (NTEAP, 2007).

1.1. Cilj istraživanja

Ovaj diplomski rad imao je više ciljeva. Prvi cilj (zadatak) je bio izračunati prirodni i okolišni tok rijeke Noguera za svaki mjesec koristeći postojeće podatke koji su ranije svakodnevno prikupljani i uzimani na istom mjestu, tijekom više uzastopnih godina i procijeniti koji tok je pogodniji za očuvanje ekoloških vrijednosti rijeke.

Drugi cilj je bio izračunati koliko je istraživano područje pogodno za život riba, posebno za odraslu vrstu riba dužih od 25 cm, koja obitava u rijeci Noguera, vrsta riječne ribe zvana *Luciobarbus bocagei,* te izračunati i usporediti kako prirodni, tj. okolišni tok utječu na ukupno područje koje je pogodno za život te ribe.

Dok je treći cilj bio odrediti kako tokovi utječu na priobalnu vegetaciju, je li flora dovoljno zaštićena i koliko je okolišni tok utjecao na promjene u rastu biljaka.

1.2. Pregled prema znanstvenim radovima

Prema riječima autora Acreman i sur. (2014) za održavanje okolišnog toka potrebni su podaci temeljeni na količini i kvaliteti vode te vremenski obrasci kako bi svrha toka bila omogućena, a to je održavanje slatkovodnih i estuarijskih ekosustava te ostale mogućnosti koje se pružaju

za ljudsku upotrebu. U svom istraživačkom radu autori su naveli kako je razvijeno oko 250 metoda određivanja okolišnog toka, dok ih oni u radu podijelili na 2 osnovne metode, a to su: ograničena promjena prirodnog toka rijeke zbog održavanja biološke raznolikosti i izgradnja toka potrebnog za postizanje specifičnih ishoda i vrijednosti iz ekosustava.

Osim što je umjetno napravljen, okolišni tok je zamišljen tako da oponaša prirodni tok rijeke i time omogućavajući autohtonoj flori i fauni da rastu i da se šire kako bi i dalje bile korisne u ekosustavu. U samom istraživanju autora Maasri (2013) je navedeno kako se 10 % godišnjeg protoka koristi tijekom posljednjih desetljeća u Europi (uglavnom Francuskoj i Španjolskoj) i time se prikazala ograničenost i slabost pristupu i metodi održavanja tokova. Vođen tim primjerom, dokazao je kako se okolišni tokovi trebaju razvijati u skladu s lokalnim specifičnostima, jer 10 % godišnjeg protoka rijeke nije uvijek bila učinkovita u održavanju ekosustava.

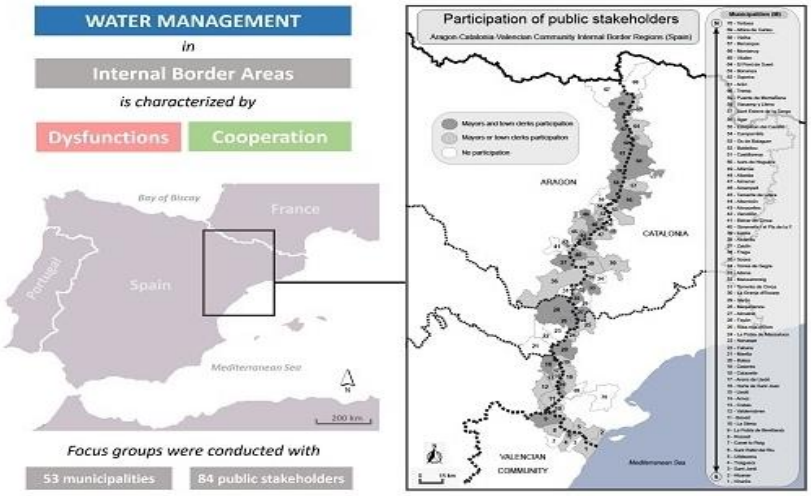
Prema Boavidu i sur. (2017) okolišni tok s pripadajućom priobalnom vegetacijom doprinosi očuvanju hidrauličkih karakteristika riječnog kanala i održavanje životnih zajednica određenog područja. Također se navodi kako priobalna vegetacija predstavlja ključnu mjeru pri osiguravanju učinkovitost okolišnog toka u dugoročnoj perspektivi fluvijalnog ekosustava. Stoga se može reći kako je okolišni tok, u pogledu zahtjeva za priobalnom vegetacijom, uspio održavati vegetaciju u blizini prirodnih standarda, čuvajući tako hidrauličke karakteristike riječnog kanala i održavajući staništa riba također slično prirodnom stanju. Kao rezultat toga, područje pogodno za život ribe u okolišnom toku se nikad nije promijenilo više od 17 % s obzirom na prirodni tok rijeke.

U istraživačkom radu Boavida i sur. (2013) u Portugalu uočeno je kako su mlade ribe vrste *Luciobarbus bocagei* osjetljivije na velike promjene tokova (iz prirodnog u okolišni tok) za razliku od odraslih riba koje imaju bolji kapacitet plivanja i mogućnost preživljavanja u različitim područjima rijeka. Stoga mlade ribe integriraju na područja koja su plića (bliža obali), s manjim brzinama i rjeđim promjenama toka.

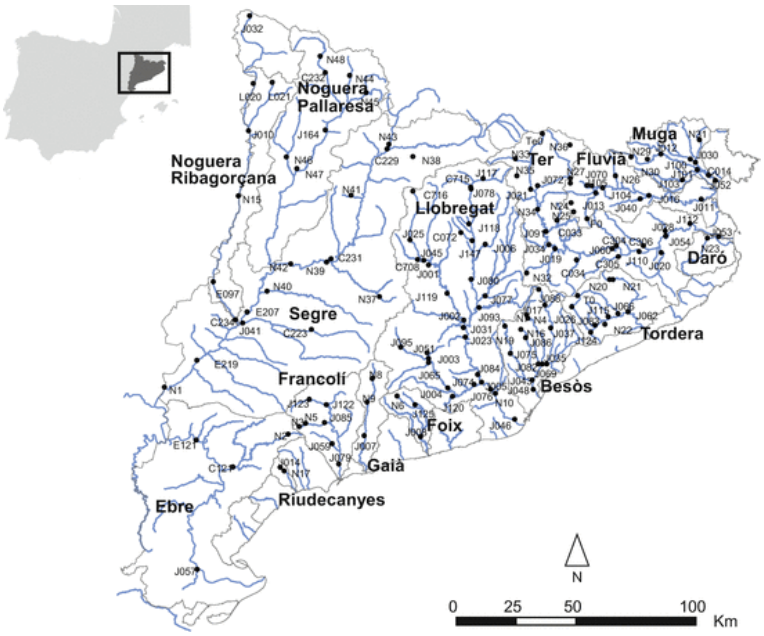
2. Područje istraživanja

2.1. Geografski položaj

Rijeka Noguera Ribagorzana se nalazi se u sjevernoj Španjolskoj, u pokrajini Cataluña. Veći dio rijeke od 130 km čini administrativnu granicu između pokrajina Cataluña i Aragon (Slika 2.1.1.). Izvor rijeke nalazi se u općini Vielha e Mijaran (Aran Valley) na nadmorskoj visini od 2.400 metara, te prolazi područjem Ribagorzana i gradom Pont de Suert (Alta Ribagorzana) zbog kojeg je i sama rijeka dobila ime. Kasnije u svome toku, Noguera se priključuje rijeci Segra kod Vilanova de la Barca i prolazi kroz grad Lleida (Slika 2.1.2.).



Slika 2.1.1. Geografski prikaz rijeke Noguera Ribagorzana
Izvor: An Analysis of Dysfunctions and Cooperation Mechanisms in the Water and River Management of Catalonia, Aragon and the Valencian Community (Spain)



Slika 2.1.2. Prikaz toka rijeke Noguera sa pritocima
Izvor: The Use of Diatoms to Assess the Ecological Status in Catalan Rivers: Application of the WFD and Lessons Learned from the European Intercalibration Exercise

2.2. Reljef

Što se tiče prirodnih obilježja, na sjeveru, Španjolska je okružena mladim Kantabrijskim gorjem i Pirinejima (Pico de Aneto, 3.404 m), dok su na jugu Sierra Morena i Andaluzijsko gorje (ujedno i najviši vrh Španjolske, Mulhacén, 3.479 m).

Između Pirineja, Kantabrijskog i Iberijskog gorja nalazi se Aragonska dolina u kojoj se pruža depresija rijeke Ebro koja je najveća španjolska rijeka po protoku. Jedan od brojnih pritoka rijeke Ebro je i rijeka Segre kojoj je priključena i sama Noguera. Najveći dio Španjolske pripada slijevu Atlanskog oceana (Slika 2.2.1.).



Slika 2.2.1. Prikaz reljefa Španjolske prikazano na karti

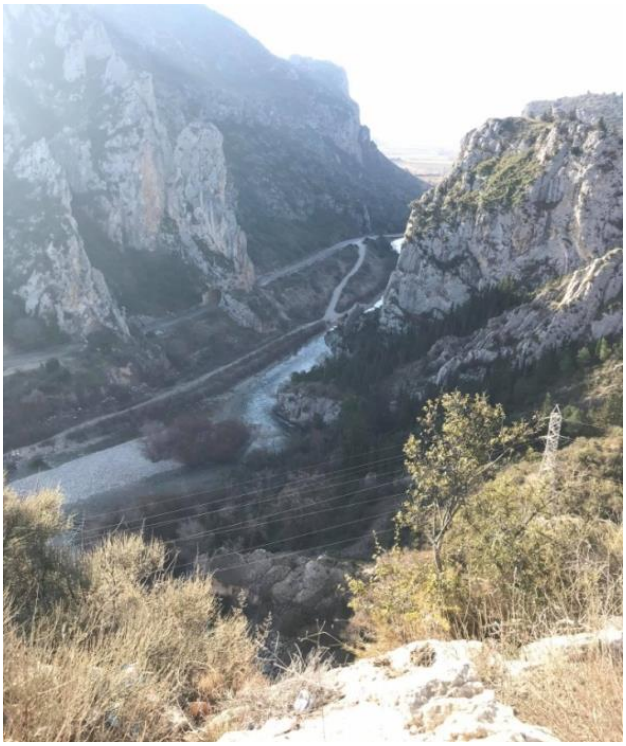
2.3. Hidrografija

Hidrografsku mrežu Španjolske čine pet rijeka: Guadalquivir, Guadiana, Tagus, Duero, Ebro (Slika 2.3.1.). Na sjeverozapadu Španjolske rijeke sadržavaju više vode, kraćeg su toka, relativno većeg pada, dok njihova estuarijska ili rijaska ušća pogoduju razvoju vodenog prometa.



Slika 2.3.1. Hidrografska mreža Španjolske
Izvor: List of rivers of Spain, Wikipedia

Jugoistočni dio Španjolske je suh, povremeni vodeni tokovi tzv. Ramblas se formiraju za vrijeme jakih pljuskova. Zbog razvedenosti reljefa i velikog pada terena (koji počinje od visokih planina) formiraju se brzi vodeni tokovi i vodopadi te je zbog navedenih razloga jako velika iskoristivost rijeka (Slika 2.3.2.).



Slika 2.3.2. Razveden reljef, brzaci i vodopadi
Izvor: Erceg; Castillonroy, Španjolska

Voda rijeka se koristi kao hidroenergetski potencijal (proizvodnja električne energije), zatim za potrebe navodnjavanja gdje se voda skuplja u akumulacijska jezera (Slika 2.3.3.). Određeni prostori uzduž vodenih tokova i mnogobrojnih akumulacijskih jezera se koriste u svrhu rekreacije. Činjenica je da se u Španjolskoj, što je više moguće koristi voda kao prirodni resurs, koje ima u izobilju u humidnijem dijelu godine, dok je u sušnom dijelu godine oskudica za vodom.



Slika 2.3.3. Akumulacijsko jezero u podnožju Pirineja
Izvor: Erceg; Castillonroy, Španjolska

U vezi vode za piće, važno je istaknuti da je vodoopskrba većinom iz akumulacijskih jezera koja se nalaze na podnožju planina. U ovom slučaju voda koja se korist za piće dolazi sa Pirineja te se iz jezera podzemnim cijevima dovodi do gradova kao voda za piće (Slika 2.3.4.).



Slika 2.3.4. Pitka voda Katalonskog područja
Izvor: Erceg; Canal de Pinyana

Osim akumulacija u Španjolskoj postoje mnogobrojna umjetna jezera, koja na određenim lokacijama imaju značaj kao i akumulacije, a na nekim drugim lokacijama koriste se u turističke svrhe uz ostale prateće objekte. Značaj umjetnih jezera je u održavanju postojećih ekosustava ili stvaranju novih ekosustava koji se događaju klimatskim promjenama (Slika 2.3.5.).



Slika 2.3.5. Iskorištavanje rijeka i jezera
Izvor: Erceg; Castillonroy i Canal de Pinyana, Španjolska

Španjolska je zemlja visoke regulacije i iskorištavanja vodnih resursa. Postoji više od 1.200 velikih brana i oko 62% prirodnih resursa su regulirani (Slika 2.3.6.).

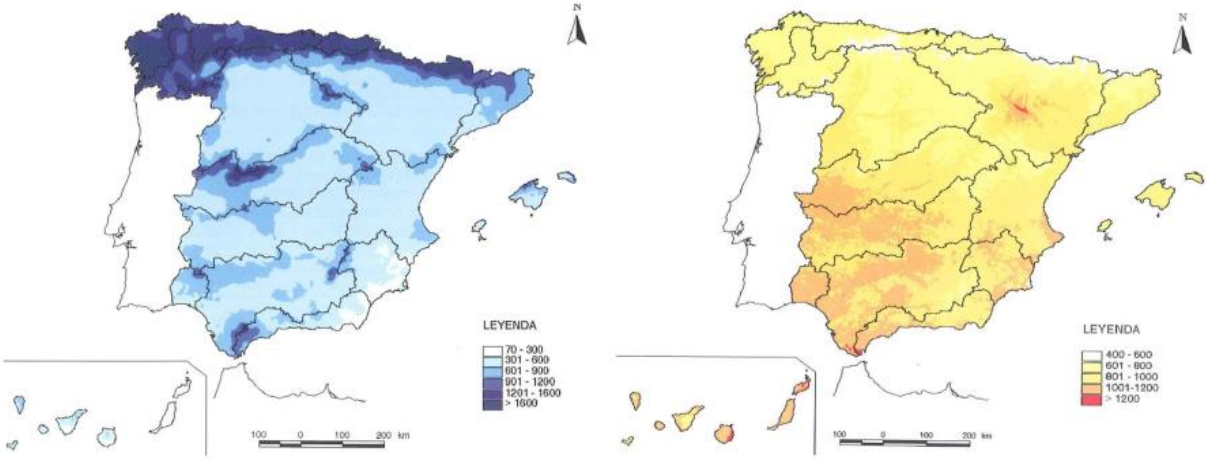


Slika 2.3.6. Prikaz različitih brana postavljenih na rijekama i jezerima
Izvor: Cachón (2003) i Erceg; Castillonroy, Španjolska

2.4. Neravnomjerna količina vode i njezina distribucija po regijama

Španjolska je velika zemlja, koju čini više klimatski različitih regija. Na takvu klimatsku raznolikost utječe i neujednačen reljef, uz to što se nalazi u umjerenom pojasu. Problem na koji Španjolska nailazi je ponajviše oskudica vode te njena neravnomjerna raspoređenost. Na izmjenu klime i količinu vode te njenu distribuciju primarno utječe visoki reljef, tj. visoka nadmorska visina.

Naime, na sjeveru Španjolske nalaze se planine i gorja, dok se na jugu nalaze većinom ravnice, što dovodi do toga da je prema jugu sve toplije i suše, nedostatak vode. U planinama je veća količina padalina i manja evapotranspiracija što to područje čini dobro opskrbljenom vodom. Isto se ne može reći za jug Španjolske, jer na tim područjima ima jako malo oborina, veće su temperature, a s time i veća evapotranspiracija te dolazi do nedostatka vode (Slika 2.4.1.).



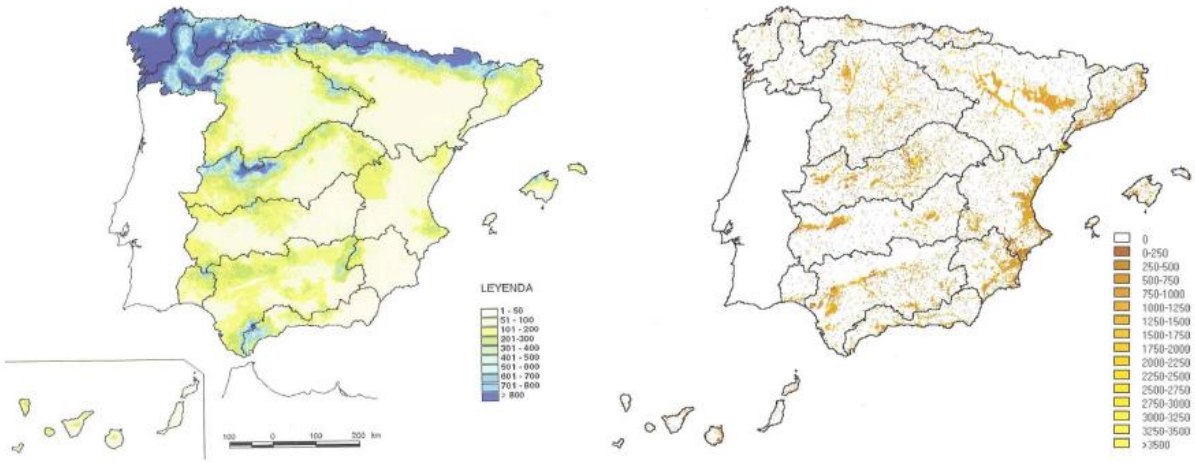
Srednja godišnja količina oborina (mm)

Srednja godišnja potencijalna evapotranspiracija (mm)

Slika 2.4.1. Prikaz količine oborina i evapotranspiracije po regijama
Izvor: Libro blanco del agua en España (M.M.A., 1998)

Nadalje, to je usko povezano sa površinskim otjecanjem kao i različite potrebe za vodom u različitim regijama. Kako se već ustanovilo, sjever Španjolske je bogatiji vodom, više oborina, a s time i veće ukupno površinsko otjecanje s planina te se zbog toga nerijetko rade akumulacije i retencije kako bi se voda zadržala i iskoristila na različite načine. Ponajviše se koristi za proizvodnju električne energije i kontrolu puštanja vode prema gradovima i nizinama da ne bi došlo do poplava za vrijeme otapanja snijega ili perioda s više padalina.

S druge strane na jugu Španjolske nailazimo na drugačiji slučaj, a to je nedostatak vode, manje oborina i veća potražnja za vodom. Za to područje je karakteristično dugo, suho i toplo ljeto sa visokim temperaturama i zato je potražnja za vodom veća oko naseljenih i poljoprivrednih područja (Slika 2.4.2.)



Srednje godišnje ukupno površinsko otjecanje (prosječno: 116,4 km^3/godini)

Potražnja vode u gradskim, industrijskim i poljoprivrednim područjima

Slika 2.4.2. Prikaz ukupnog površinskog otjecanja i potražnje za vodom po regijama
Izvor: Libro blanco del agua en España (M.M.A., 1998)

2.5. Rijeka

Rijeka je veliki prirodni vodotok kojim protječe voda te se izmjenjuju postupne promjene fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki od izvora prema ušću. Najčešće u svom toku utječu u drugu rijeku, jezero ili more, uz pritoke koji naiđu u samom toku rijeke. Svojim tokom stvaraju riječno korito, udubljenje koje nastaje zbog brzine toke vode kojim teče sama rijeka (Slika 2.5.1.).

Rijeke imaju mnoge korisne funkcije. U prirodnom stanju je vrlo važna za zdravlje šuma u širem pojasu njenih obala, dok podzemne vode osiguravaju njihov rast. Osim šuma nalazimo prirodnu vodenu i obalnu vegetaciju koje nisu samo ukras i životinjsko stanište već imaju važnu ulogu za zdravlje ljudi. Naime, vegetacija pročišćuje vodu od organskog i mineralnog zagađenja tako da biljke uzimaju minerale iz otpadnih tvari za svoju prehranu i ugrađuju ih u svoja tijela. Nakon što je ta voda pročišćena dio odlazi u podzemlje koja se koristi kao voda za piće.

Bitno je naglasiti kako rijeka kada je u prirodnom stanju ostvaruje prirodnu ravnotežu i svako pomicanje ravnoteže može imati negativne posljedice.





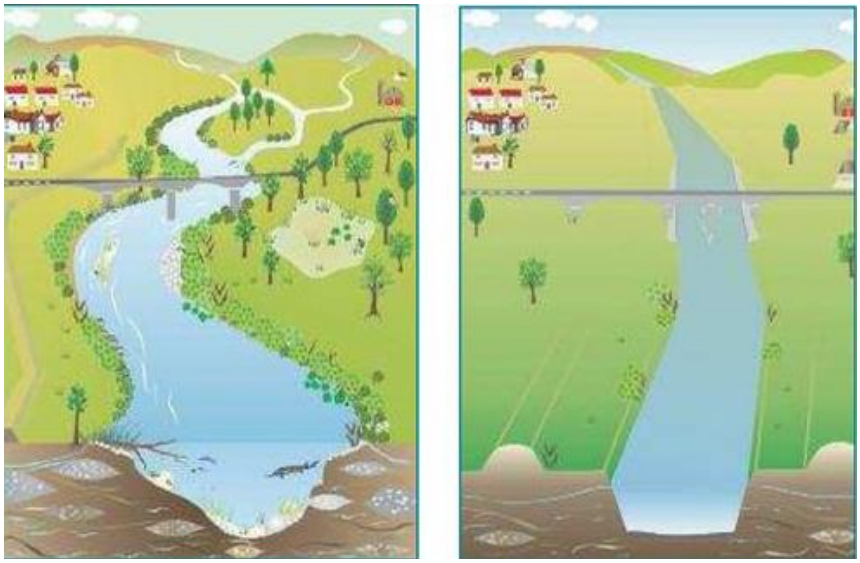
Slika 2.5.1. Rijeka Noguera Ribagorzana s različitim funkcijama
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska

2.5.1. Prirodni tok

Odlika prirodnog toka rijeka je raznolikost, izmjena bržeg i slabijeg toka zbog meandriranja korita rijeka. Na vodotoku nema izgrađenih prepreka (brana ili drugih objekata), te je prohodno za sve organizme koji žive unutar vode ili uz nju. Omogućena je migracija riba u potpunosti, a ukoliko ima prepreka koje je čovjek napravio, potrebno je napraviti tzv. riblje stepenice koje bi omogućile neprestanu kretnju riba. Prednost prirodnog toka je učinkovitost u biološkom smislu. Osim što pružaju stanište i migracijski put za mnoge životinje i biljke, u velikoj mjeri prirodni tokovi su samopročišćavajući, imaju koristan uravnotežen utjecaj na klimu (provjetravanje, evaporaciju) te uljepšavaju krajolik i nisu zahtjevni za održavanje.

2.5.2. Okolišni tok

Okolišni tok podrazumijeva promijenjeni smjer korita i izgrađene prepreke unutar rijeke. Kod okolišnog toka važno je održavanje ekosustava, očuvanje staništa u priobalju te flore i faune u vodi. Važnost se također pridaje estetskom izgledu okoliša, rekreacijskim sadržajima te kulturnim vrijednostima. Procjena okolišnog toka u reguliranim rijekama se provodi sukladno regionalnim smjernicama za okolišni tok i zaštitu ekoloških vrijednosti rijeka, radi zaštite i očuvanja flore i faune koja obitava u vodi i oko nje. Iako je okolišni tok napravljen umjetnim putem uz čovjekov utjecaj, cilj je održati, što je više moguće, sami sastav vode, strukture i funkcije vodenog sustava (Slika 2.5.2.1.).



Slika 2.5.2.1. Usporedba prirodnog i okolišnog toka rijeke
Izvor: Želimo žive rijeke

3. Materijali i metode

U rujnu 2018. do srpnja 2019. godine, u okviru Erasmus+ programa sam bila na studijskom boravku na Sveučilištu u Lleidi u Kraljevini Španjolskoj, koji je trajao 10 mjeseci. U sklopu predmeta hidrologije *(''River rehabilitation and restauration'')* sam na jednoj od terenskih nastava u svibnju, mjerila i određivala podatke vezano za rijeku Noguera, zbog kojeg je i nastao ovaj diplomski rad. Za provedbu mjerenja bilo je potrebno imati računalni program ''RHYHABSIM'' koji se može preuzeti samo uz posebnu dozvolu na Fakultetu. Program sadrži različite starije podatke i metode izračunavanja traženih informacija.
Slike korištene u ovom radu su autorske fotografije te sami proces prikupljanja podataka prikazan je u Prilozima.

3.1. Prikupljanje podataka

Za izradu diplomskog rada podatke su prikupljali studenti korisnici Erasmus+ programa uz pomoć profesora, kako bi procijenili prirodni i okolišni tok rijeke Noguera, te koliko je područje pogodno za život riba.

Rijeka Noguera odabrana je zbog samog toka rijeke koji je omogućio siguran ulazak u rijeku i prikupljanje podataka. Naime, svaki student je dobio odgovarajuću opremu koja se sastoji od vodootpornog odijela s čizmama za ulaz u hladnu rijeku s različitim dubinama.

Studenti su bili podijeljeni u dvije grupe, te su podaci uzeti na dvije točke rijeke, koje su međusobno bile udaljene 15 metara. Kako je svaka grupa imala po 3 studenta i svatko je imao svoj dio zadatka za obaviti, ali međusobno su ovisili jedni o drugima kako bi se dobili točni podaci. Uređaji korišteni pri mjerenjima su: optički mjerač na stalku, mjerač razine vode, traka za mjerenje i elektro-magnetski uređaj za mjerenje brzine vode.

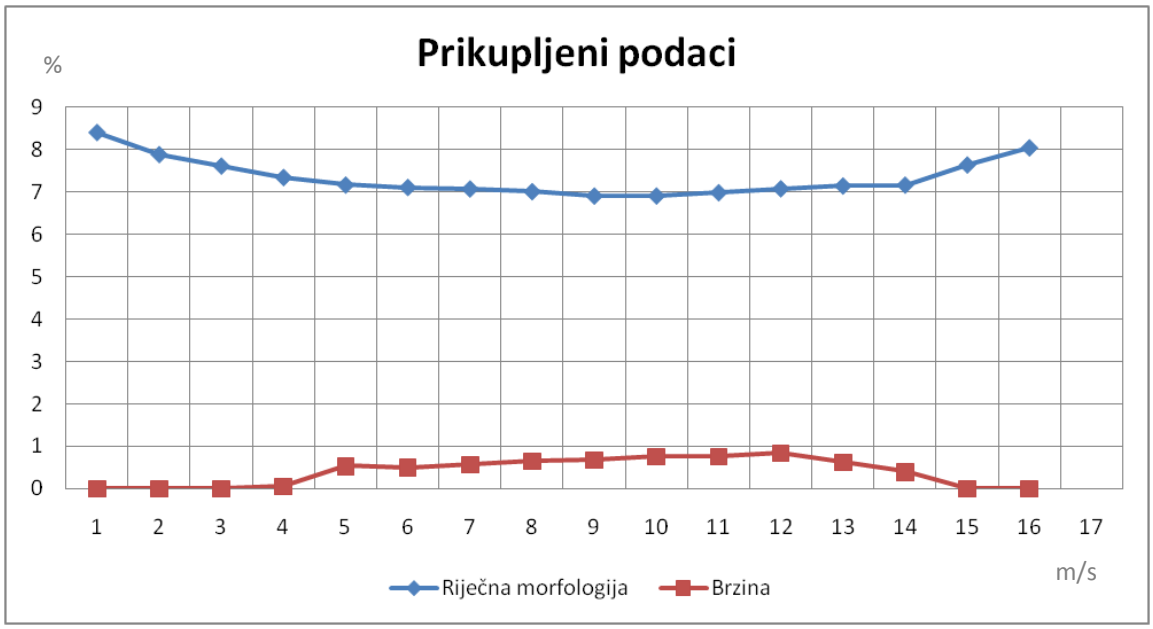
Prva grupa mjerenje je započela na način da je jedan student ostao van rijeke i pokraj nje namjestio optički mjerač na stalku tako da može točno očitati podatke sa mjerača za razinu vode, te ih zapisati u posebnom dizajniranom obliku. Drugi student koji je ušao u rijeku trebao je postaviti traku za mjerenje tako da spaja jednu stranu riječne obale s drugom (preko puta), te je dogovoreno kako će se mjerenja raditi svakih 1 metar (po traci) kako bi dobili što preciznije podatke.

Nakon što je traka za mjerenje postavljena ulaze oba studenta u rijeku te jedan student ima mjerač razine vode kojeg je jako bitno postaviti i držati okomito na rijeku kako bi se vrijednosti (razina vode) mogle pravilno očitati s optičkim mjeračem koji je van rijeke. Mjerač razine vode se pomiče po 1 metar duž trake za mjerenje kako bi točno odredili udaljenost. Također, mjerač razine vode je trebalo postavljati na 40% vrijednosti dubine rijeke, i svaki put kako je mjerenje odmicalo, mjerač se trebao ponovo postaviti na istu vrijednost ovisno o dubini, s obzirom da je svaki metar bila drugačija dubina (rijeka je prema sredini sve dublja, a prema krajevima sve plića). Sve stavke koje su napravljene bile su u svrhu određivanja riječne morfologije na tom određenom području.

Tablica 3.1.1. Podaci prikupljeni tijekom 2019. godine na rijeci Noguera

Točke mjerenja (m)	Riječna morfologija (%)	Brzina rijeke (m/s)	Dubina korita (cm)
0	8,396	0,000	0,000
1,1	7,876	0,000	0,000
1,2	7,604	0,000	20
1,8	7,334	0,043	20
2,8	7,156	0,527	60
3,8	7,1	0,494	60
4,8	7,064	0,572	50
6,2	7,0	0,645	80
7,4	6,896	0,673	85
8,6	6,898	0,764	90
9,9	6,976	0,761	75
11,4	7,068	0,834	85
12,7	7,134	0,623	80
14,2	7,154	0,392	50
15,3	7,63	0,000	0,000
15,4	8,034	0,000	0,000

Treći student je ušao u rijeku sa elektro-magnetnim uređajem sa izračunavanje brzine rijeke. Naime, taj se uređaj sastoji od kućišta koje mora biti na suhome (van rijeke) i povezano je s kabelom koje na kraju ima uređaj s magnetom koji se postavlja na točno određen način. Magnet treba biti okrenut okomito na tok rijeke i ne smije se pomicati. Kada je dobro namješteno pritisne se tipku *''Start''* na kućištu i od tog momenta, u nekoliko sekundi, dobili bi vrijednost brzine rijeke na tom dijelu rijeke. Kada se završi jedno mjerenje, pritisne se *''Restart''* i ponoviti istu radnju za svaki idući metar, dok se ne dođe do kraja trake za mjerenje. Na kraju je bilo 16 mjerenja i sve vrijednosti zapisane kako bi se mogle dalje analizirati u laboratoriju (Graf 3.1.1.).



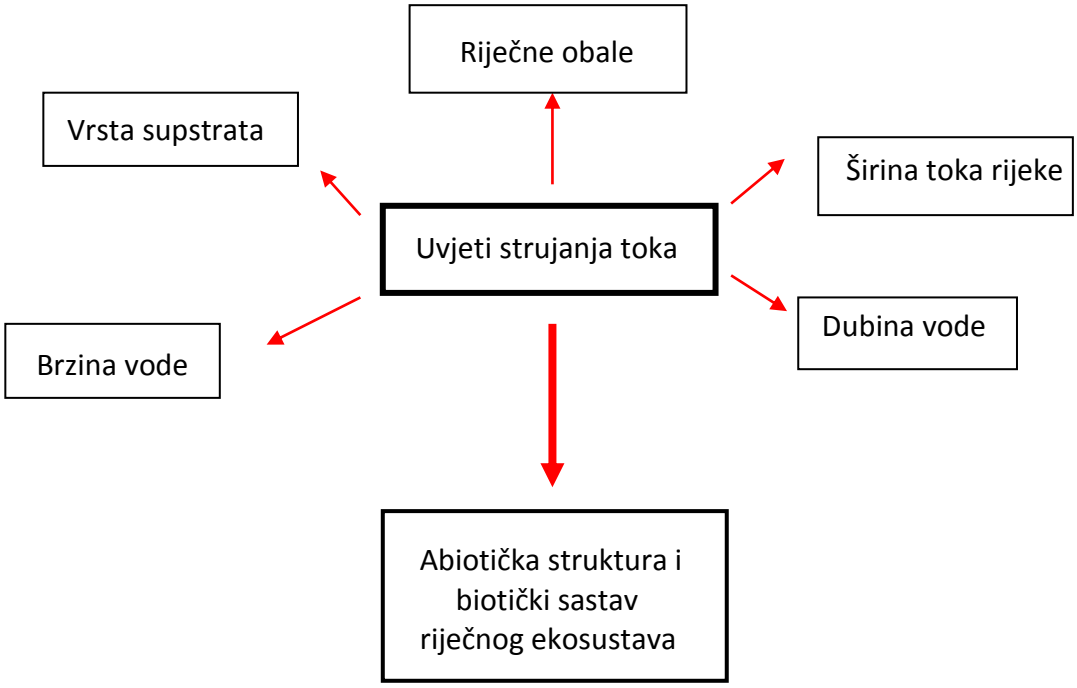
Graf 3.1.1. Prikupljeni podaci koji pokazuju riječnu morfologiju i brzinu rijeke u svakoj točki

3.2. Obrada podataka

3.2.1. Izračun prirodnog i okolišnog toka rijeke

Izračunavanje toka rijeke temelji se na studijima o nepravilnosti na hidrološkom nizu prosječnih dnevnih protoka, koristeći pomični model predviđanja primijenjen na povećanje intervala uzastopnih podataka.

Postoje različite metode izračunavanja okolišnog toka. U ovom radu koristila se metoda ''Basic Maintenance Flow Method (BMF)'' (Palau, 1994; Palau i Alcázar, 2012.), koja spada u grupu hidroloških ili povijesnih metoda toka, što znači da se temelji na studijskim zapisima povijesti režima toka (Graf 3.2.1.1.).



Graf 3.2.1.1. Osnove metode ''Basic Maintenance Flow Method (BMF)''
Izvor: Palau, 1994; Palau & Alcázar,2012

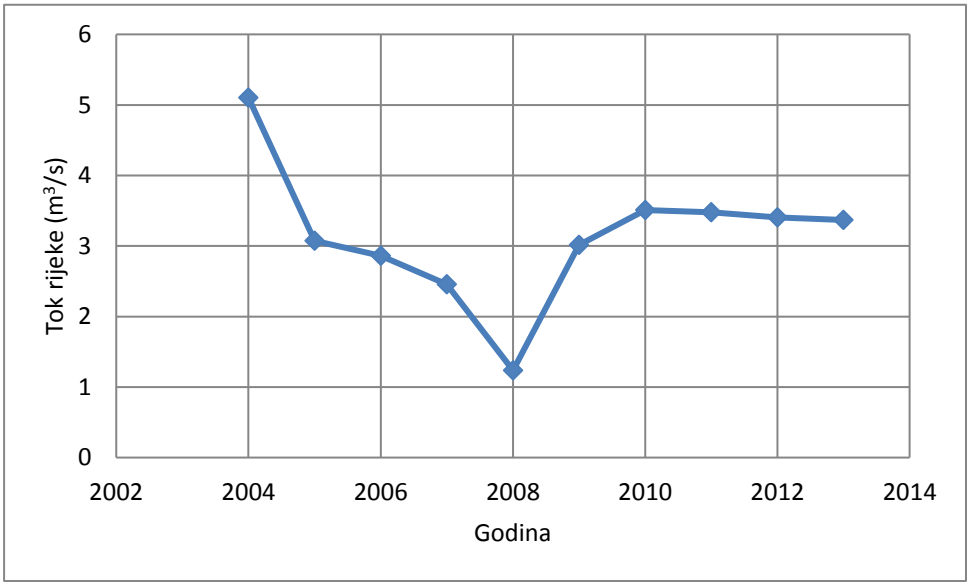
Iz dobivenih podataka na temelju dnevnog roka rijeke Noguera, odabrano je 10 godina za analizu riječnog toka (protoka) rijeke. Nakon što podaci unijeti u program Excel, izračunat je prosječan tok rijeke po godinama (Tablica 3.2.1.1.).

Tablica 3.2.1.1. Tok rijeke po godinama

Godina	Tok rijeke (m^3/s)
2004	5,102
2005	3,073
2006	2,861
2007	2,457
2008	1,236
2009	3,015
2010	3,511
2011	3,478
2012	3,406
2013	3,368

Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Za izračunavanje nekih od potrebnih komponenata (tok rijeke) korišteni su stariji podaci za razdoblje od 10 godina (2004 - 2013) za srednju vrijednost toka rijeke kako bi se mogla napraviti usporedba s izmjerenim novim podacima. Na grafu (Graf 3.2.1.2.) razvidno je da je tijekom 10 godina stabilnost toka rijeke bila dosta promjenjiva, te je stoga za daljnju analizu uzeto zadnjih 5 godina u nizu (2009 - 2013) s ujednačenijim tokom.



Graf 3.2.1.2. Tok rijeke u periodu od 10 godina (2004.-2013.)
Izvor: Osobna mjerenja od prof. Jorge Alcázar

U programu Excel izračunate su srednje mjesečne vrijednosti prirodnog toka rijeke Noguera, dok se srednje mjesečne vrijednosti okolišnog toka računaju uz pomoć formule:

$$Q_{mbi} = (Qb + Qc)\sqrt{\frac{Q_{Month\ i}}{Q_{Min.\ month}}}$$

Q_{mbi} = srednja mjesečna vrijednost okolišnog toka (m^3/s)

Q_b = tok rijeke (m^3/s)

Q_c =kondicioniranje vode (koeficijent: 1)

Q_{Month} = srednja mjesečna vrijednost prirodnog toka (m^3/s)

$Q_{Min.\ month}$ = najmanja mjesečna vrijednost prirodnog toka (m^3/s)

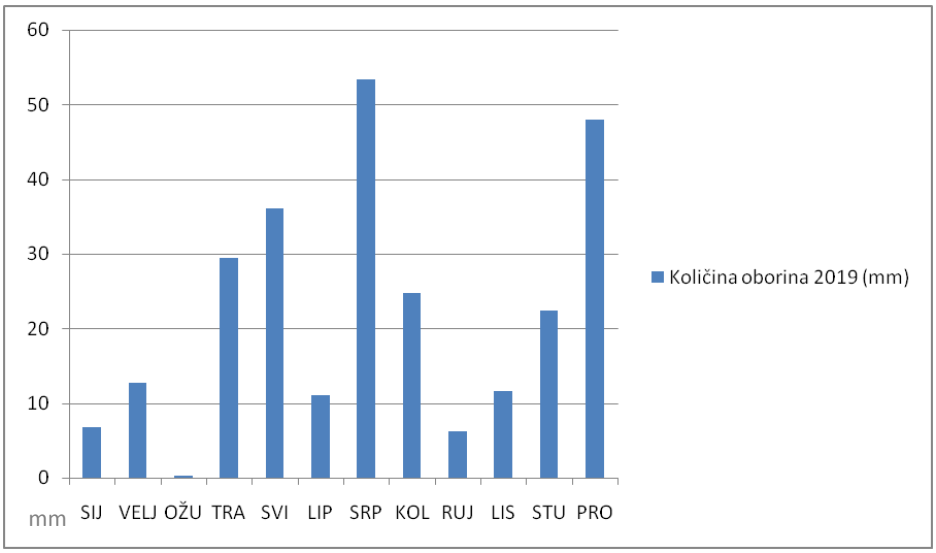
Analiza klimatskih značajki provedena je prema podacima s najbliže meteorološke postaje Alfarràs (Tablica 3.2.1.2.), a uključuje količinu oborina, srednju dnevnu temperaturu, maksimalnu i minimalnu temperaturu zraka po mjesecima i godinama, od kojih su korišteni podaci samo za 2019. godini s obzirom da su mjerenja bila u svibnju 2019.-te godine.

Tablica 3.2.1.2. Srednja mjesečna, maksimalna i minimalna mjesečna temperatura zraka (°C) i mjesečna i godišnja količina oborina za 2019. godinu, meteorološka postaja Alfarràs

Godina	Mjesec	Srednja mjesečna temperatura (°C)	Maksimalna mjesečna temperatura (°C)	Minimalna mjesečna temperatura (°C)	Količina oborina (mm)
2019	1	2,9	18,5	-6,4	6,8
2019	2	7,1	21,4	-4,7	12,7
2019	3	10,4	24,1	-0,9	0,3
2019	4	12,6	25,2	-1,6	29,5
2019	5	15,9	30,3	0,1	36,1
2019	6	22,4	42,8	5,7	11
2019	7	25	39,3	11,7	53,4
2019	8	24,3	39,1	9,9	24,8
2019	9	19,9	32,4	6,9	6,2
2019	10	15,4	29,1	5,2	11,6
2019	11	8,3	22	-4,1	22,4
2019	12	7,8	16,9	0,6	48
Srednja/ukupna vrijednost		14,3	28,4	1,9	262,8

Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Tok (protok) vode je prvenstveno povezan s količinom oborina, ali i drugim parametrima (veličinom i geomorfologijom sliva, pokrovom slivne površine-vegetacija i/ili bez vegetacije…). Prema meteorološkim podacima sa najbliže meteorološke postaje Alfarràs mogu se primijetiti varijacije u količini oborina po mjesecima (Graf 3.2.1.3).



Graf 3.2.1.3. Prikaz količina oborina po mjesecima za 2019. godinu

Izvor: Prof. Jorge Alcázar

3.2.2. Izračun područja pogodnog za život ribe vrste *Luciobarbus bocagei*

U ovom radu jedan od ciljeva je izračunati koliko je testirano područje pogodno za život riba, posebno za ovu vrstu odraslih riječnih riba dužih od 25 cm. Za postići tražene podatke, koristi se računalni program ''RHYHABSIM''. Prije samog računanja, u program se trebaju zapisati i odrediti podaci kako bi odgovarali modelu. U te podatke spadaju tok rijeke i vrsta ribe za analizu određenog staništa (Tablica 3.2.2.1.). Nakon unošenja potrebnih informacija, uz pomoć programa dobiveni su rezultati za svaku odraslu ribu - individualno.

Tablica 3.2.2.1. Protok rijeke i veličina područja pogodnog za vrstu *Luciobarbus bocagei* predstavljeni u računalnom programu RHYHABSIM

Barbus bocagei - (>25cm) - odrasla riba

Tok rijeke (m^3/s)	Barbus bocagei (m^2/m)
3,000	0,167
3,500	0,167
4,000	0,161
4,500	0,164
5,000	0,166
5,500	0,168
6,000	0,175
6,500	0,182
7,000	0,188
7,500	0,194
8,000	0,200
8,500	0,205
9,000	0,210
9,500	0,215
10,000	0,220
10,500	0,225
11,000	0,229
11,500	0,233
12,000	0,235
12,500	0,238
13,000	0,241
13,500	0,243
14,000	0,246
14,500	0,248
15,000	0,250
15,500	0,252
16,000	0,253
16,500	0,255
17,000	0,258
17,500	0,263
18,000	0,270

Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Također, u sklopu računalnog programa nalazi se i postupak određivanja područja pogodnog za život ribe, tzv. WUA (weighted usable area) koji sadrži različite formule i tablice namijenjene određenoj vrsti ribe *Luciobarbus bocagei.* Za dobivanje traženog rezultat, podatke dobivene u računalnom programu ''RHYHABSIM'' koji se odnose na područje pogodno za život riba je uspoređeno s prirodnim i s okolišnim te njihova razlika u postotku izračunata je formulom:

$$\% \text{ razlike} = \frac{(\text{WUA_Prir.tok} - \text{WUA_Okol.tok})}{\text{WUA_Prir.tok}}$$

WUA_Prir.tok – Područje pogodno za život ribe u prirodnom toku rijeke
WUA_Okol.tok – Područje pogodno za život ribe u okolišnom toku rijeke

3.2.3. Index kvalitete priobalne vegetacije: *''QBR – PROTOCOL''*

Jedna od bitnih značajki je i priobalna vegetacija koja ima različite ekološke funkcije poput kopnenog i vodenog staništa, stabilizacija i geomorfologija potoka/rijeka/voda, omogućavanje hlada, obalna zaštita (filtari za vodu, suspendirani sedimenti, slanoća...), unos organske tvari, to je dio ekosustava koji omogućava zaštitu od vjetra, stanište za oprašivanje insekata, predstavlja poveznicu između rijeke i poplavne ravnice, biološki koridor, područje podzemne vode (Alcázar, 2010)

Priobalna vegetacije se izračunava uzimanjem podataka sa terena kako bi dobili cjelokupni uvid u stanje toka rijeke, kvalitetu života flore i faune unutar i van vode. Ovo je jedna od mnogobrojnih metoda za izračunavanje kvalitete priobalne vegetacije je i ta metoda se zove *''QBR – PROTOCOL'',* tj. Index kvalitete priobalne vegetacije. Temelji se na proučavanju određenog terenskog područja s priobalnom vegetacijom kod kojeg je bitno uzeti u obzir svu površinu pokrivenom vegetacijom, ali u to ne ulazi sami kanal rijeke. QBR Index se računa u 4 koraka kod kojih se svaki dio računa posebno i neovisno jedno o drugima. Metoda ima svoj teorijski dio koji se prenosi na teren i zapisuju dobiveni podaci. Kod računanja QBR Indexa bitno je naglasiti kako sami tok rijeke (kanal) te mostovi i ceste, koje se koriste za prelazak rijeke u svrhu uzimanja uzoraka, ne ulaze u izračun QBR Indexa. Na jednom području dovoljno je napraviti nekoliko uzoraka mjerenja kako bi se dobile točne informacije što se tiče priobalne vegetacije. Ukoliko se želi detaljna analiza vegetacije preporučuje se raditi mjerenja svakih 100 metara.

4. Rezultati

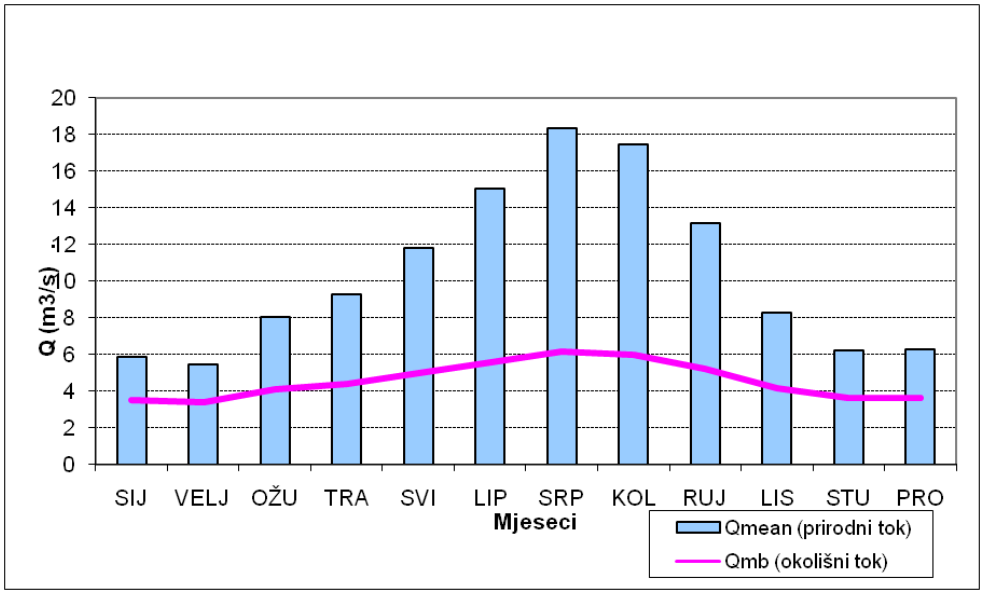
Obradom podataka dobiveni su rezultati izmjerenih i izračunatih vrijednosti prirodnog i okolišnog toka po mjesecima koji se mogu vidjeti na Tablici 4.1. gdje su su predočeni rezultati.

Tablica 4.1. Srednje mjesečne vrijednosti prirodnog i okolišnog toka

Mjesec	Qmean (prirodni tok) (m^3/s)	Qmb (okolišni tok) (m^3/s)
SIJEČANJ	5,860	3,488
VELJAČA	5,444	3,362
OŽUJAK	8,064	4,092
TRAVANJ	9,281	4,390
SVIBANJ	11,817	4,953
LIPANJ	15,049	5,590
SRPANJ	18,376	6,177
KOLOVOZ	17,475	6,023
RUJAN	13,155	5,226
LISTOPAD	8,308	4,153
STUDENI	6,230	3,597
PROSINAC	6,289	3,614

Izvor: Prof. Jorge Alcázar

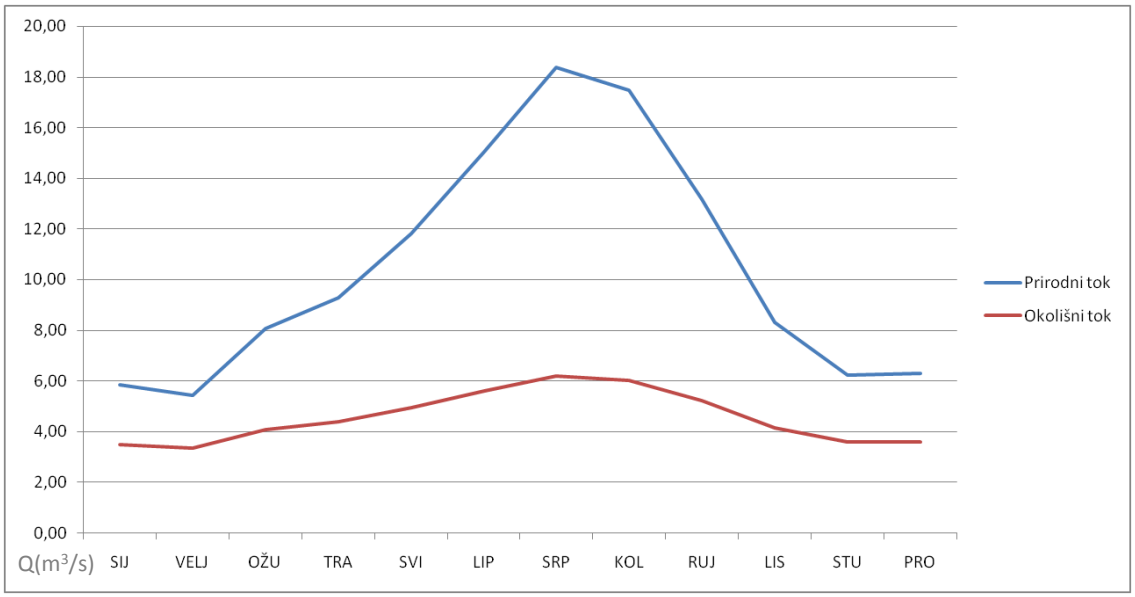
Prema rezultatima dobivenim u tablici očito je kako prirodni tok ima veći protok vode u svakom mjesecu. Iako cilj okolišnog toka je da bude što sličniji prirodnom, u ovom slučaju nije imao iste ili veće vrijednosti protoka. Na grafu 4.1. se može vidjeti kako se tok prirodnog i okolišnog toka mijenja po mjesecima.



Graf 4.1. Prikaz srednje mjesečnih vrijednosti prirodnog i okolišnog toka

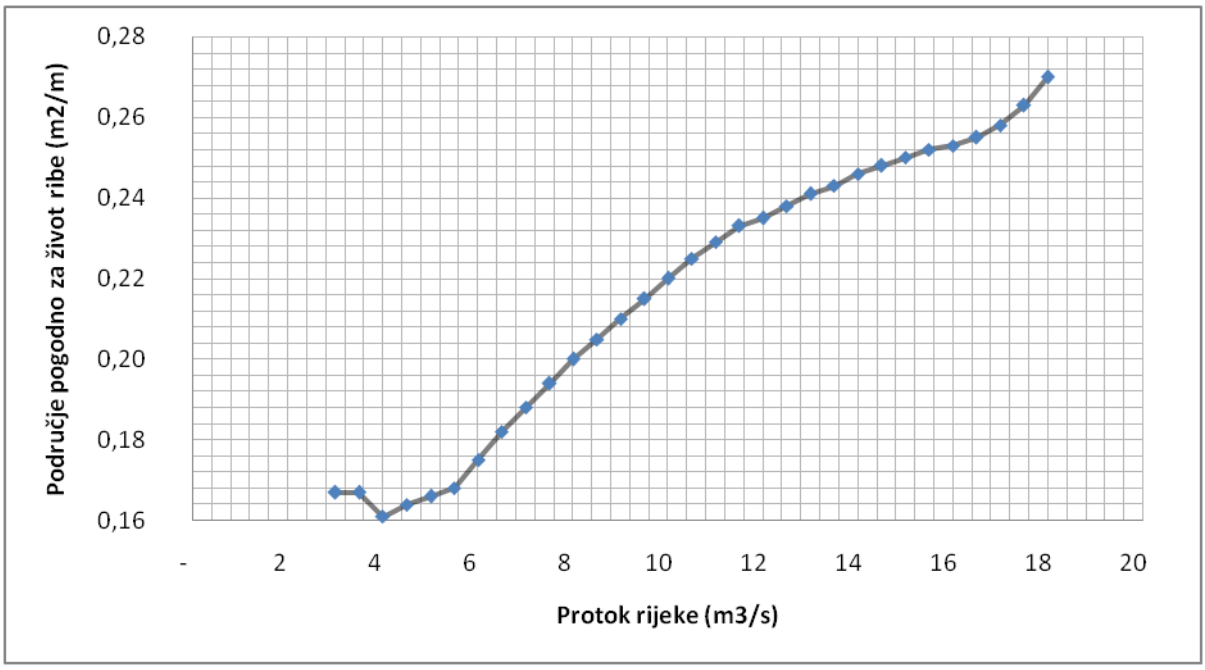
Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Na temelju Grafova 4.1. i 4.2. može se vidjeti kako prirodni tok ima veći protok vode od okolišnog toka tijekom cijele godine. Različita količina oborina utječe na sami tok rijeke bio prirodni ili okolišni. Najveći tok je izmjeren u mjesecima kad su zabilježene najveće mjesečne količine oborina. Unatoč različitim količinama oborina, prirodni tok i dalje ima veći protok rijeke u određenoj točki od okolišnog.



Graf 4.2. Prirodni i okolišni tok tijekom 2019. Godine
Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Vrsta toka i količina protoka utječe i na područje koje je pogodno za ribe unutar rijeke. Tako rezultati dobiveni nakon obrade podataka stavljeni su u Graf 4.3. kako bi se uočila promjena prema toku rijeke. Vidljivo je kako uz povećanje protoka rijeke linearno raste područje koje je pogodno za život ribe, u ovom slučaju ribe vrste *Luciobarbus bocagei.*



Graf 4.3. Prikaz područja pogodnog za život riba vrste *Luciobarbus bocagei* s obzirom na protok rijeke
Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Da bi dobili konačni traženi rezultat, podatke dobivene u računalnom programu ''RHYHABSIM'' koji se odnose na područje pogodno za život riba je uspoređeno s prirodnim i s okolišnim (Tablica 4.2).

Tablica 4.2. Usporedba prirodnog i okolišnog toka rijeke s područjem pogodnim za život ribe

Mjesec	Prirodni tok (m^3/s)	WUA_Prir.tok (m^2/m)	Okolišni tok (m^3/s)	WUA_Okol.tok (m^2/m)
SIJEČANJ	5,86	0,175	3,49	0,167
VELJAČA	5,44	0,168	3,36	0,167
OŽUJAK	8,06	0,2	4,09	0,161
TRAVANJ	9,28	0,215	4,39	0,164
SVIBANJ	11,82	0,235	4,95	0,166
LIPANJ	15,05	0,25	5,59	0,168
SRPANJ	18,38	0,27	6,18	0,175
KOLOVOZ	17,48	0,27	6,02	0,175
RUJAN	13,16	0,241	5,23	0,168
LISTOPAD	8,31	0,205	4,15	0,161
STUDENI	6,23	0,175	3,60	0,167
PROSINAC	6,29	0,182	3,61	0,167
		2,586		**2,006**
				22%

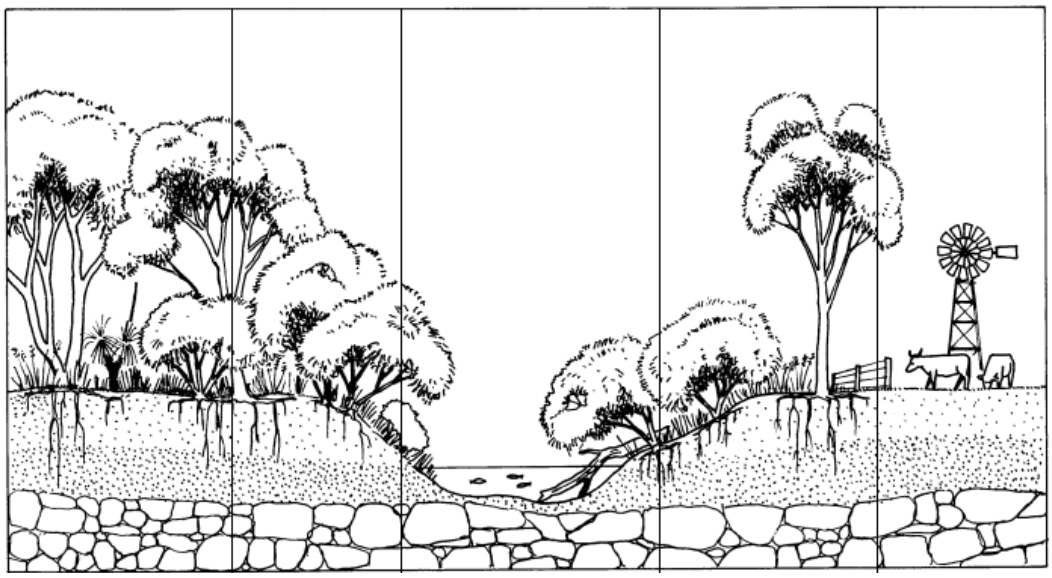
Izvor: Prof. Jorge Alcázar

Prema rezultatima u tablici možemo vidjeti kako je područje pogodno za život ribe ekvivalentno kapacitetu nosivosti riječnog dosega koji se temelji na fizičkim uvjetima. U ovom slučaju duljina riječnog dosega iznosi 30 metara, te se može primijetiti kako se

područje pogodno za život riba povećava kako se protok rijeke povećava. To također prikazuje kako se vrijednost WUA (područje pogodno za život riba) mijenja tokom cijele godine s obzirom na vrijeme, mjesec te sami protok rijeke.

Nadalje, ukupni rezultat prikazuje kako je ukupno područje pogodno za život riba (WUA) okolišnog toka samo 22% niže od WUA prirodnog toka rijeke. Ovo se smatra relativno pozitivnim rezultatom, jer nema velikog odstupanja u rezultatima što također znači da se ribe i staništa drastično ne ograničava s obzirom na vrstu toka rijeke.

Što se tiče priobalne vegetacije, ona je jako bitna, no problem nastane kada dođe do čovjekovog utjecaja i samog mijenjanja prirode koje, naravno, imaju negativne posljedice. Neke od njih su potpuno uklanjanje priobalne vegetacije zbog raznovrsnih razloga (rekreacijski, kulturološki i sl.) što ujedno povlači i drugi problem, a to je nedovoljna povezanost rijeke i obalne vegetacije koje su u tzv. simbiozi. Kako nestaje vegetacija tako nestaju ili se mijenjaju i staništa za biljke i životinje (Slika 4.1.).



1.Biofiltracija sprječava ulazak sedimenata i hranjivih tvari u tok rijeke. Vegetacija i nakupljeno lišće povećavaju infiltraciju i sprječavaju eroziju. Prikazana zona pruža stanište flori i fauni.	2.Vegetacija pruža organsku tvar toku rijeke. Drveće radi sjenu rijeci te smanjuje svjetlost i temperaturu vode.	3.Posječena i živa vegetacija pružaju sklonište, stanište za hranjenje i mriješčenje ptica, riba i beskralježnjaka. Posječena i vodena vegetacija pomažu u povećanju razine O_2 u vodi.	4.Tla ojačana korijenovim sustavom pružaju zaštitno površinsko nakupljanje vegetacije, povećavaju koheziju i odvodnju tla kako bi se smanjilo urušavanje i erozija	5.Poplavne ravnice obično se koriste u poljoprivredi i za rekreaciju. Njima se treba pažljivo upravljati.

Slika 4.1. Prikaz funkcija i koristi od priobalne vegetacije
Izvor: Prilagođeno prema Water and Rivers Commission, WN12 January 2000

Što se tiče obnove priobalne vegetacije nakon čovjekovog utjecaja, dugotrajan je to proces koji podrazumijeva naknadno pošumljavanje, stabilizacija obale u skladu s tokom rijeke, uklanjanje egzotičnih vrsta koje su se nastanile za vrijeme promjena, a rade štetu prirodi. Stoga rezultati dobiveni nakon terenskog mjerenja (Tablica 4.3.) bitni su kako uočili stanje priobalne vegetacije na ovom području te poduzeli određene mjere u svrhu održavanja vegetacije kao dio ekosustava i staništa različite flore i faune.

Tablica 4.3. Rezultati terenskog mjerenja

KORACI	TEORIJSKA PRAVILA	TERENSKI ZAPISI
1	**Ukupni vegetacijski pokrov** Ukupni postotak pokrivenosti vegetacijskom na priobalnom području uključujući obje riječne obale i šire područje oko same rijeke. Povezanost između priobalnog područja i šume je bitan parametar za proučiti.	Cijelo priobalno područje s obje strane rijeke pokrivene su vegetacijskim pokrovom. Sve je prilagođeno samom toku rijeke, te nesmetani život flore i faune. Vegetacija (nisko raslinje) se nalazi uz tok rijeke, dok je šuma u nedalekoj blizini, što znači da je međusobna povezanost jako dobra.
2	**Struktura vegetacijskog pokrova** Postotak pokrivenosti se odnosi na šumu, tj. stabla u priobalnom području. Ukoliko nema stabala računaju se niska raslinja (grmlja, trave...). Cilj ovog dijela je mjerenje složenosti sustava – bioraznolikost obalnog staništa kako za biljke tako i za životinje.	Na strani riječne obale gdje nema ljudskog doticaja nalaze se stabla jasen i topola (*Fraxinus sp.* i *Populus sp.)*, odmah uz tok rijeke. Uz ta stabla nalazi se nisko raslinje (trava, grmlje) što ukazuje na biološku raznolikost. Druga strana obale ima drugačiji slučaj koji podrazumijeva samo travu uz tok rijeke, dok se stabla i šuma mogu naći u nedalekoj udaljenost od same vode.
3	**Kvaliteta vegetacijskog pokrova** Broj vrsta priobalnih stabala se broji i određuje geomorfološki tip. Tunelski raspored stabala povećava postotak pokrivenosti i strukturu vegetacije.	Na priobalnom području uočeno je jako puno stabala koja su visoka i razgranata s lišćem i cvijećem što ukazuje na kvalitetu života na tom području u dužem periodu. Osim toga uočena su i manja stabla istih vrsta koja rastu uz njih, te je vidljivo kako je reprodukcija omogućena. Neke od tih vrsta su vrbe (*Salix),* divlja kupina (*Rubus ulmifolius), pasja ruža (Rosa canina).*
4	**Priroda riječnih kanala** Morfološke promjene prouzrokuju aluvijalne terase, uključujući i redukciju kanala zbog poljoprivredne aktivnosti. Betonske građevine uz obalno područje su označene kao jako negativne, dok mostovi ili slične građevine za pristup rijeci se ne smatraju problemom.	Tok rijeke prati cesta napravljena od strane ljudi što nije direktno poremetilo rijeku, ali je problem u priobalnoj vegetaciji koja se uništila, tj. smanjen je broj stabala uz sami tok. Osim ceste nema drugih građevina što je pozitivno te daje mogućnost vegetaciji za normalan rast i širenje. Neke od vrsta koje rastu uz sami kanal rijeke su trske (*Phragmites australis i Arundo donax*).

5. Rasprava

Prema rezultatima ovog diplomskog rada može se vidjeti kako razlike između prirodnog i okolišnog toka nakon mjerenja nisu drastične te da je održavanje okolišnog toka na temelju količine i kvalitete vode u vremenskom periodu omogućeno u svrhu održavanja vrijednosti ekosustava, što se poistovjećuje s istraživanjem autora Acremana i sur. (2014). U slučaju rijeke Noguera okolišni tok je napravljen da što više podsjeća na prirodni tok (izgledom i funkcijom) i time se potvrdilo, već dokazano u istraživanju autora Maasri (2013), kako se okolišni tokovi trebaju razvijati u skladu s lokalnim specifičnostima. Gledajući tok rijeke nema umjetnih prepreka, priobalna vegetacija je održiva te samo područje je pogodno kao stanište biljkama i životinjama. Pa tako se rezultatima ovog diplomskog rada na temelju terenskih zapisa mogu potkrijepiti navodi znanstvenog rada (Boavida i sur., 2017) kako priobalna vegetacija predstavlja ključnu mjeru u osiguravanju učinkovitosti okolišnog toka u dugoročnoj perspektivi fluvijalnog ekosustava. Kao rezultat čuvanja hidrauličkih karakteristika riječnog kanala i održavajući stanište riba slično prirodnom stanju, Boavida i sur. navode kako se područje pogodno za život ribe u okolišnom toku nikad nije promijenio više od 17% s obzirom na prirodni tok rijeke, što se može prepoznati korelacija između istraživanja i ovog diplomskog rada. Naime, razlika između prirodnog i okolišnog toka za područje pogodno za život ribe u ovom radu iznosi 22% što je jako slično već objavljenim rezultatima Boavida i sur. (2017), koji iznosi 17%. S tim dokazima moguće je reći kako je okolišni tok rijeke Noguera pravilno izgrađen u skladu sa zahtjevima prirodne okoline te same flore i faune. U ovom radu izračunavala su se područja pogodna za život odrasle ribe *Luciobarbus bocagei* s obzirom na protok rijeke te uočili kako se s povećanjem protoka povećava i područja za život ribe, s čime se dolazi do spoznaje navedene u istraživačkom radu Boavida i sur. (2013) kako odrasle ribe ove vrste imaju bolji kapacitet plivanja i mogućnost preživljavanja u različitim područjima rijeka.

6. Zaključak

Na temelju terenskog istraživanja na rijeci, analize podataka u laboratoriju i usporedbe s 10-to godišnjim podacima (2004 - 2013) toka rijeke Noguera može se zaključiti iduće:

- Prirodni tok rijeke Noguera, bez obzira na količinu padalina i klimatske uvjete i dalje ima veći protok vode u određenoj točki od okolišnog toka, računajući prema srednjoj mjesečnoj vrijednosti toka rijeke po godinama.
- Iako je umjetno reguliran, okolišni tok rijeke Noguera daje pozitivne rezultate gledajući količinu i kvalitetu vode koja prođe s obzirom na njegovu promijenjenu i tzv. neprirodnu verziju.
- Bitna komponenta toka rijeke je područje koje je pogodno za život ribe (WUA), u ovom slučaju vrste *Luciobarbus bocagei*. Kako je WUA prirodnog toka uspoređena s WUA okolišnog toka dobili smo relativno pozitivne rezultate koji su pokazali da je područje za život ribe u okolišnom toku samo 22% niži od područja prirodnog toka, što znači da nema velikog ograničavanja s obzirom na vrstu toka rijeke.
- Vrsta ribe *Luciobarbus bocagei* specifična je za rijeku Noguera, te je nalazimo u velikom broju što znači da nije ugrožena. S obzirom da se tok mijenja i da se nalaze kombinacije prirodnog i okolišnog toka, dobiveni rezultati su dali obećavajuće informacije, a to je da će ribe moći i dalje živjeti na području ove rijeke, mrijestiti se i mijenjati položaj bez obzira na tok rijeke i njegovog utjecaja na područje pogodno za život.
- Gledajući priobalnu vegetaciju, u skladu s rezultatima dobivenih metodom *''QBR – Protocol''*-om, može se reći kako je dobro zaštićena, raste u skladu sa samim koritom rijeke i napravila je prilagodbu na okolišni tok. Ta prilagodba nakon nekog vremena je bila pozitivna, te može kazati kako je priobalna vegetacija na rijeci Noguera jako dobra kao stanište za život flore i faune.
- Korisne informacije uočene na terenu su da uz različite vrste stabala poput jasena i topole (*Fraxinus sp.* i *Populus sp.),* šume i različite vrste niskog raslinja (grmlje) poput vrbe *(Salix),* divlje kupine *(Rubus ulmifolius),* pasje ruže *(Rosa canina),* te trava *(Poaceae)* poput trske (*Phragmites australis i Arundo donax),* rastu nove mlade biljke istih vrsta što znači da je područje pogodno za rast i razvoj, te njihov daljnji opstanak i širenje.

7. Popis literature

1. Acreman, M.C., Arthington, A.H., Colloff, M.J., Couch C., Crossman, N., Dyer, F., Overton, I., Pollino, C.A., Stewardson, M.J., Young, W. (2014). Environmental flows for natural, hybrid and novel riverine ecosystems in a changing world. Frontiers in Ecology and the Environment 21, 466–473.
2. Alcázar, J., Palau, A. (2010). Establishing environmental flow regimes in a Mediterranean watershed based on a regional classification. Journal of Hydrology, Dep. of Environment and Soil Science, University of Lleida, Spain.
3. Boavida, I., Ferreira, T., Pinheiro, A.N., Rivaes, R., Santos, J.M. (2017). Importance of considering riparian vegetation requirements for the long-term efficiency of environmental flows in aquatic microhabitats, 21(11):5763-5780
4. Boavida, I., Ferreira, T., Pinheiro, A.N., Santos, J.M. (2013). Fish Habitat-Response to Hydropeaking, Technical University of Lisbon, 1349-017.
5. Gasith, A., Resh, V., H. (1999). Streams in Mediterranean Climate Regions: Abiotic Influences and Biotic Responses to Predictable Seasonal Events, Vol. 30:51-81.
6. Goodess, C. (2003). Mediterranean Climate – Variability and Trends. Eos Trans. AGU, 84(42), 450.
7. Maasri, A. (2013). Environmental Flow: Overview of some european standards and recommendations for the lower Jordan river, ENPI/2011/269-355.
8. Martínez Capel, P. (2011). River Rehabilitation and Restoration. Inst. Inv. para la Gestión Integrada de Zonas Costeras U. Politécnica de Valencia, Universidad Politecnica de Valencia, Campus de Gandia.
9. Ministerio de Medio Ambiente (MMA), (1998). Libro Blanco del Agua. 855 pp.
10. Munné, A., Prat, N., Sola, C., Bonada N., Rieradevall, M. (2002). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index, Aquatic conservations: Marine and freshwater ecosystems. Dept. Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Spain, 13:147-163.
11. Palau, A., Alcázar, J. (2012). The basic flow method for incorporating flow variability in environmental flows. River Research and Applications, 28:93-102.
12. Palou, J.M. (2000). Libro blanco del agua en España, M-36787-2000

13. Richter, D.B., Baumgartner, J.V., Braun, D.P., Powell, J. (1998). A spatial assessment of hydrologic alteration within a river network. Regulated rivers: research and management, 14:329-340.
14. Šimunić, I. (2013). Uređenje voda (udžbenik). Hrvatska sveučilišna naknada.

* Šimunić, I.: Radni materijali Zavoda za melioracije
* Alcázar, J.: Podaci s meteorološke postaje Alfarràs za 2019. godinu
* Alcázar, J.: Radni materijali Sveučilišta u Lleidi

Popis korištenih poveznica:

1. https://pikaiprijatelji.com/zelimo-zive-rijeke/ - pristup 21.08.2020.
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Luciobarbus_bocagei - pristup 24.08.2020.
3. http://www.grad.hr/nastava/hidrotehnika/gf/hidrotehnicke_gradevine_diplomski/Hidropregled08.pdf - pristup 03.09.2020.
4. https://sites.google.com/site/spanjolska07/zemljopis/klima - pristup 03.09.2020.
5. https://hr.wikipedia.org/wiki/%C5%A0panjolska – pristup 06.09.2020.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rivers_of_Spain - pristup 03.09.2020.
7. http://www.ramp-alberta.org/river/gallery.aspx?gn=80 – pristup 03.09.2020.
8. http://www.ramp-alberta.org/river/gallery.aspx?galleryimage=1054-pristup 04.09.2020.

Popis izvora slika:

1. https://pikaiprijatelji.com/zelimo-zive-rijeke/ - pristup 21.08.2020.
2. https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4499/htm - pristup 02.09.2020.
3. https://link.springer.com/chapter/10.1007/698_2015_344 - pristup 03.09.2020.
4. https://www.emaze.com/@AIQQCII – pristup 03.09.2020.
5. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_rivers_of_Spain - pristup 03.09.2020.
6. https://www.water.wa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/3113/11441.pdf - pristup 03.09.2020
7. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barbus_bocagei_01_by-dpc.jpg – pristup 03.09.2020.

Prilozi



Prikaz vodootpornog odijela za ulazak u rijeku
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



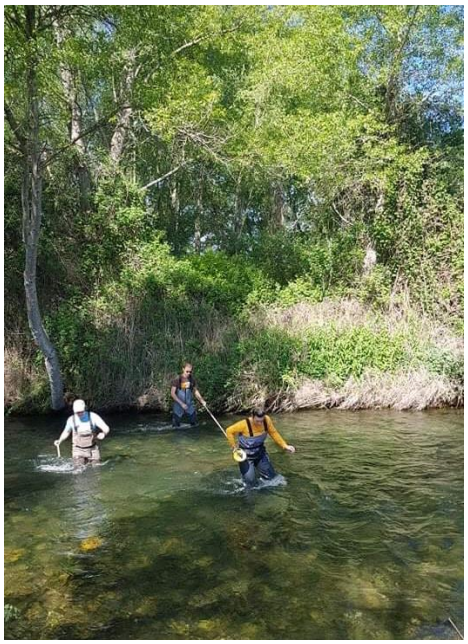
Postavljanje dviju točaka mjerenja međusobno udaljenih 15 metara
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



Optički mjerač na stalku
Izvor: Prof. Jorge Alcázar



Mjerač razine vode
Izvor: Prof. F. Martínez-Capel



Traka za mjerenje
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



Elektro-magnetski uređaj za mjerenje brzine vode
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



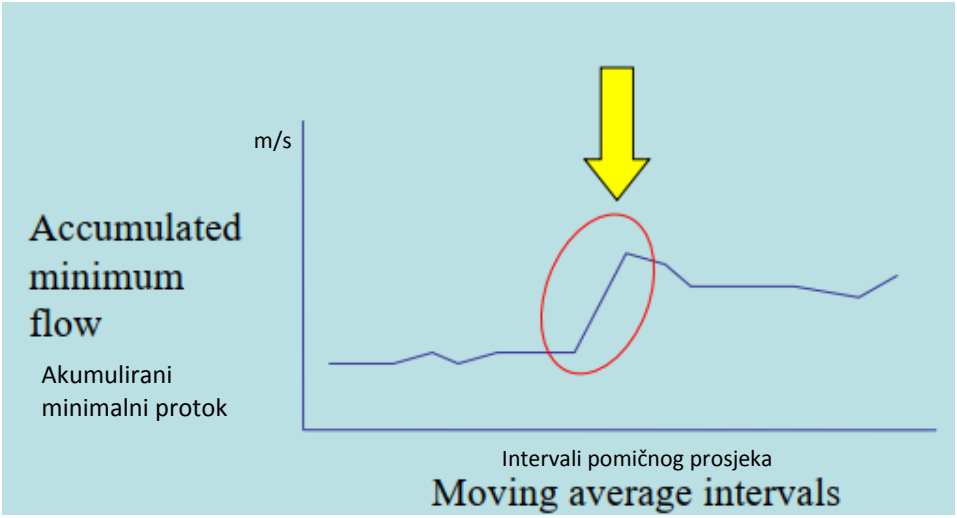
Očitavanje podataka uz pomoć optičkog mjerača na stalku
Izvor: Prof. Jorge Alcázar



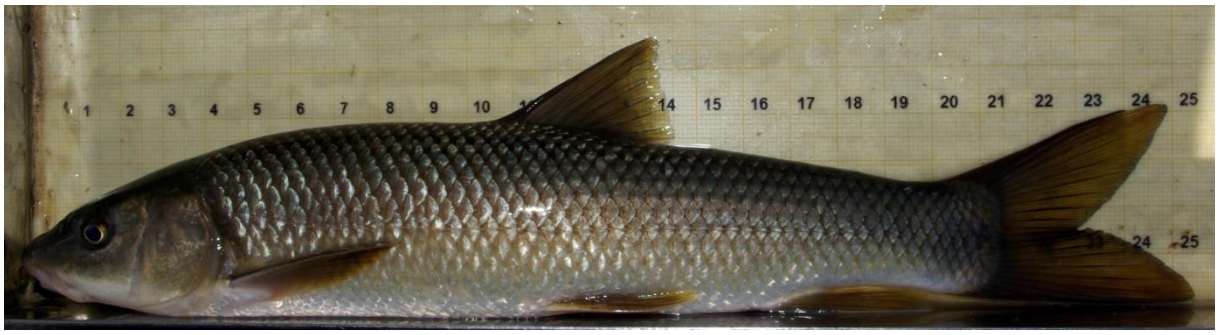
Pravilno pomicanje i postavljanje mjerača razine vode svakih 1 metar
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



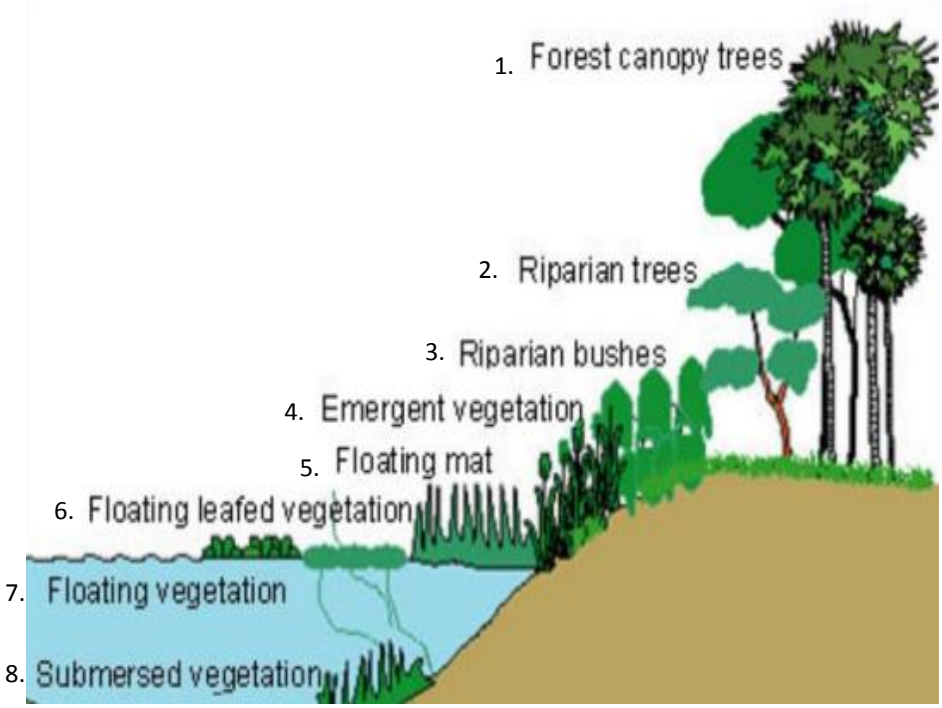
Prikaz mjerenja brzine vode pomoću elektro-magnetskog uređaja
Izvor: Erceg; Noguera Ribagorzana, Španjolska



The Basic Maintenance Flow method BMF
(Palau, 1994; Palau i Alcázar, 2012)



Riječna riba vrsta *Luciobarbus bocagei*
Izvor: Wikipedia



1.Šumska stabla s krošnjom

2.Priobalna stabla

3.Priobalno grmlje

4.Emergentna (ukorijenjena) vegetacija

5.Plutajuće biljke

6.Plutajuća vegetacija od lišća

7.Plutajuća vegetacija

8.Potpoljena vegetacija (pri dnu rijeke)

Shematski prikaz različitih vrsta priobalne vegetacije
Izvor: NTEAP 2007

Životopis

Ivona Erceg, rođena je 19.05.1996. u Splitu. Osnovnu školu završila je 2010. godine u Splitu, s odličnim uspjehom. Nakon osnovne škole pohađa Prvu jezičnu gimnaziju u Splitu, te završava 2014. godine. Po završetku srednje škole upisuje preddiplomski studij Poljoprivredna tehnika na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, koji završava 2017. godine, te stječe titulu bacc.ing.agr.

Akademske godine 2017./18. upisuje diplomski studij Poljoprivredna tehnika na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer Melioracije. Drugu godinu diplomskog studija 2018. godine, u trajanju od 10 mjeseci (2 semestra) pohađala je na Sveučilištu u Lleidi u Španjolskoj, putem Erasmus+ programa za razmjenu studenata. Osim studijskog boravka, 2019. godine je obavila i stručnu praksu, također na Sveučilištu u Lleidi preko Erasmus+ programa, u trajanju od 2 mjeseca.

Tijekom školovanja stekla je znanje tri strana jezika, engleskog (razumijevanje – C1, govor – C1, pisanje – C1), španjolskog (razumijevanje – B2, govor – B2, pisanje – B2), njemačkog (razumijevanje – A2, govor – A2, pisanje – A2). Uz studiranje radi na raznim studentskim poslovima.

Tijekom studiranja sudjeluje na državnim i međunarodnim teniskim natjecanjima predstavljajući Sveučilište u Zagrebu te ima dva naslova prvakinje Hrvatske i 13. mjesto na europskom natjecanju.