

Izvještaj:

# Istraživanje pregrada na toku rijeke Korane i prijedlog za uklanjanje



Zagreb, 2025.

## Istraživanje pregrada na toku rijeke Korane i prijedlog za uklanjanje

-izvještaj-

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta **Free Korana river**. Projekt koordinira **Zelena akcija / Friends of the Earth Croatia**, a partneri na projektu su **Pan, udruga za zaštitu okoliša i prirode (Eko Pan)** te **BIOTA d.o.o.**

### **Autori izvještaja:**

- Ivan Beno
- Ivana Deanović
- Dušan Jelić

### **Autori fotografija i sudionici u terenskim istraživanjima:**

Ivan Beno, Ivana Deanović, Matej Đurić, Dušan Jelić, Sara Ogrizek, Toni Kočevar

**Citat:** Beno, I., Deanović, I., Dušan, J. (2025): Istraživanje pregrada na toku rijeke Korane i prijedlog za uklanjanje. Završno izvješće. Biota d.o.o.

Projekt financira **European Open Rivers Programme**, nizozemska zaklada posvećena obnovi rijeka.



## Sadržaj:

Uvod .....	4
Materijali i metode .....	22
Istraživanje umjetnih barijera.....	22
Analiza umjetnih barijera .....	26
Rezultati .....	31
Istraživanje umjetnih barijera.....	31
Analiza umjetnih barijera .....	39
Rasprava .....	57
Prijedlog barijera koje predstavljaju prioritet za uklanjanje ili ublažavanje utjecaja .....	62
Zaključak .....	68
Literatura .....	69
Prilozi .....	77

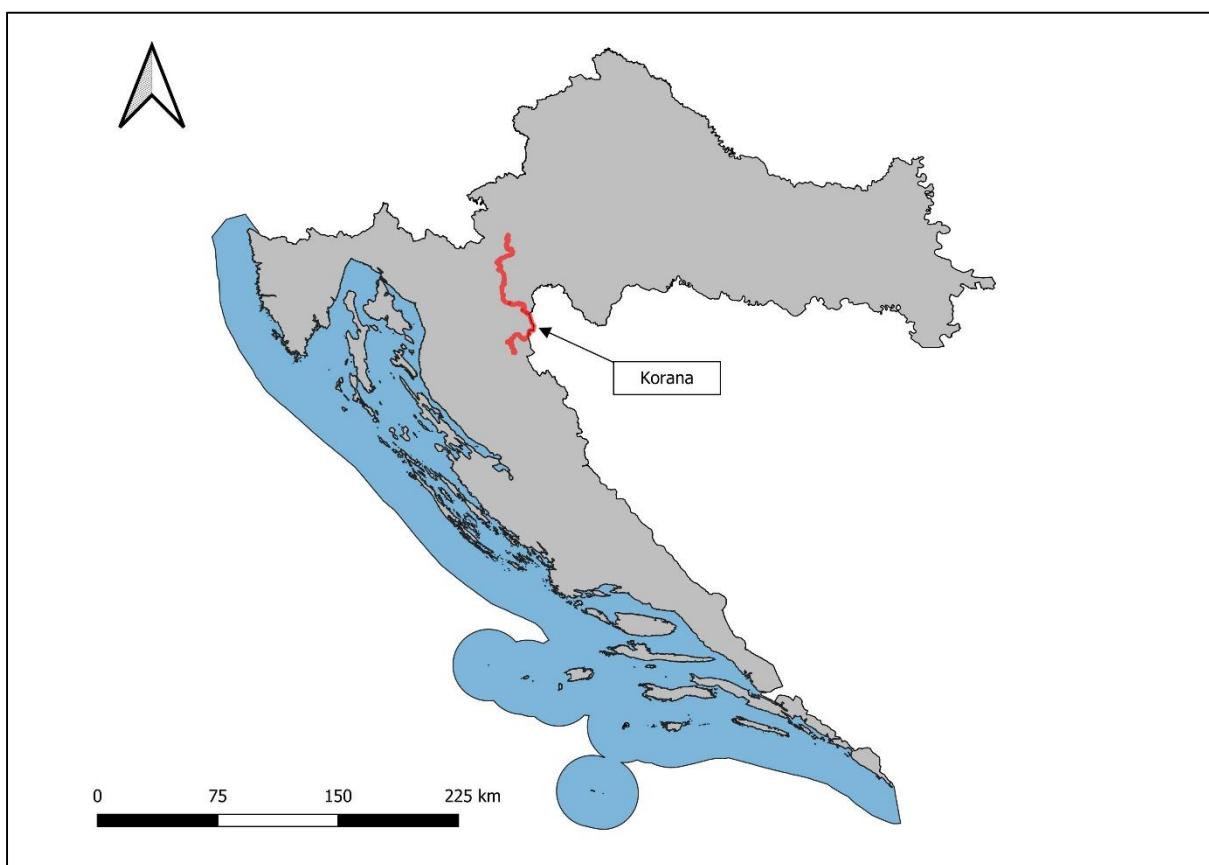
## Uvod:

BIOTA d.o.o. je tvrtka koja okuplja znanstvenike i stručnjake s raznih polja biologije čiji je osnovni cilj vrednovanje, očuvanje te zaštita prirode i bioraznolikosti primjenom odrednica održivog razvoja. Zaposlenici BIOTE skupili su bogato iskustvo u radu sa slatkovodnim ribama, ali i ostalim organizmima vezanim uz slatkvodne ekosustave te u okviru svojih poslova obavljaju i stručna istraživanja za pojedine naručitelje. U sklopu projekta *Free Korana river* zaposlenici tvrtke BIOTA proveli su kartiranje barijera duž korita rijeke Korane na području Karlovačke i Ličko-senjske županije.

Projekt *Free Korana river* financiran je od strane [European Open Rivers Programmea](#), nizozemske zaklade koju financira [Arcadia](#). Arcadia je dobrotvorna zaklada koja radi na zaštiti prirode, očuvanju kulturne baštine i promicanju otvorenog pristupa znanju. Od 2002. Arcadia je dodijelila više od milijardu dolara organizacijama diljem svijeta.

## Rijeka Korana:

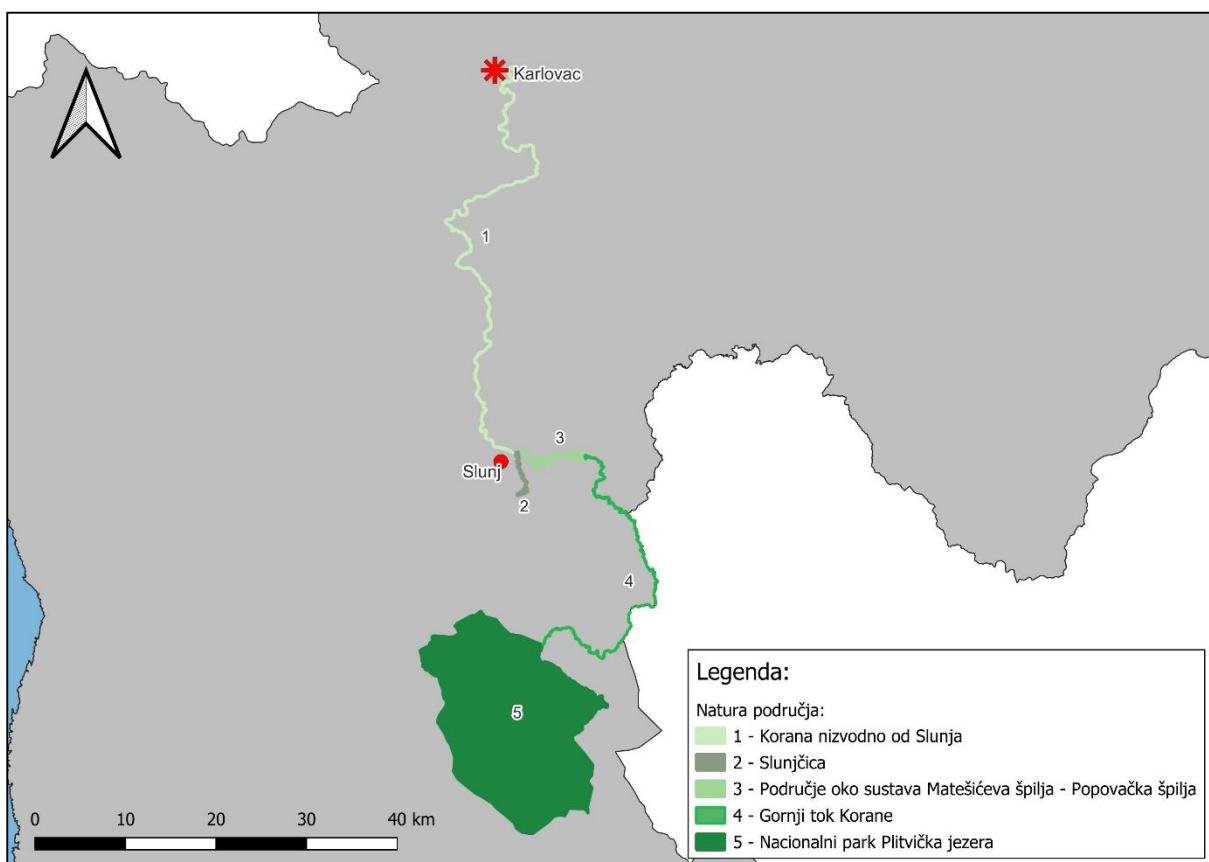
Rijeka Korana smještena je na području dviju županija, Ličko-senjske gdje joj se nalazi izvorišni dio te na području Karlovačke županije gdje većinski protječe (slika 1). Ova rijeka, dijelom svojeg toka, čini granicu s Bosnom i Hercegovinom ([geoportal.dgu.hr](#)). Duljina toka rijeke Korane ovisi o točki koju gledamo kao njezin početak. Pa tako, ako za početak Korane uzimamo posljednji slap Plitvičkih jezera – Sastavci, duljina toka je 142,01 km, dok uzimamo li za početak izvor Bijele rijeke duljina je nešto veća i iznosi 154,94 km. U literaturi se češće koristi podatak o duljini od Sastavca, dok bi prema pravilima hidrologije točnije bilo koristiti početni izvor tekućica usprkos ujezerenjima i sl. (Čanjevac i sur. 2022). Protočni režim ove rijeke je kišno – snježni. Na mjernoj postaji Luketići je panonsko kišno – snježni, dok je za Koranu kod Slunja utvrđen mediteransko kišno – snježni režim. Glavna karakteristika panonsko kišno – snježnog režima je maksimum vodostaja u proljeće (travanj), dok minimum doseže ljeti (kolovoz). Nadalje, Korana kod Slunja pripada mediteransko kišno – snježnom režimu kojeg odlikuje velika varijabilnost u protoku tijekom godine, primarni maksimum zimi (prosinac) te minimum ljeti (srpanj ili kolovoz). Iako pripada navedenom režimu, Korana kod Slunja ima iznadprosječne vrijednosti protoka od studenoga do svibnja. Navedeni riječni režim karakterističan je za krške rijeke, što je i u skladu sa smještajem gornjeg toka Korane (Čanjevac 2013). Naime, izvorište Korane (s Plitvičkim jezerima) nalazi se na karbonatnoj podlozi



Slika 1. Smještaj rijeke Korane na karti Hrvatske prikazan u HTRS96/TM projekcijskom koordinatnom referentnom sustavu (EPSG: 3765)

sjeveroistočnih Dinarida na kontaktu planinskog područja s platoom (Biondić i sur. 2016, Pavlić 2016). Hidrologiju navedenog područja diktira propusnost karbonatnih stijena, pa se tako većina jezera Plitvičkog područja nalazi na slabo poroznim dolomitima, dok se donja jezera i početak korita rijeke Korane nalaze na dobro poroznoj vapnenačkoj podlozi. Zbog navedenog i sama rijeka Korana u ljetnim mjesecima ponire te ostavlja dio korita suhim (u dužini od cca. 10 km). Zanimljiva je činjenica kako manji dio vode, odnosno toka Korane ponovno izvire na Klokonu koji pripada slijevu rijeke Une (Biondić i sur. 2016). Rijeka Korana ima nekoliko pritoka, od toga su značajnije njene desne pritoke Mutnica i Toplica (obje se ulijevaju s teritorija Bosne i Hercegovine) te Radonja (ulijeva se nešto poviše Karlovca). Njezina najznačajnija lijeva pritoka je rijeka Slunjčica (ulijeva se kod Slunja). Važno je za spomenuti kako Radonja za razliku od ostalih navedenih protječe kroz relativno nizinski predio Hrvatske, dok su ostale ustvari krške rijeke. Uz pritoke, uz korito rijeke česti su izvori (Pavlić 2016, Geoportal.hr 2024).

Prema Direktivi vijeća o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (Direktiva Vijeća 92/43/EEZ) te iz nje izvedene Uredbe o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za



Slika 2. Kartografski prikaz Natura 2000 područja na rijeci Korani prikazan u HTRS96/TM

projekcijskom koordinatnom referentnom sustavu (EPSG: 3765)

upravljanje područjima ekološke mreže (NN 80/2019, 119/2023) na području toka rijeke Korane nalazi se pet Natura 2000 područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove (POVS). Počevši od izvora: Nacionalni park Plitvička jezera (HR5000020), Gornji tok Korane (HR2001504), Područje oko sustava Matešićeva šipilja - Popovačka šipilja (HR2001336), Slunjčica (HR2000596) i Korana nizvodno od Slunja (HR2001505). Također, gornji tok rijeke Korane nalazi se i u području očuvanja značajnom za ptice (POP) NP Plitvička jezera (HR1000020). Prema navedenom, vidljivo je da se cijeli tok rijeke Korana nalazi u području ekološke mreže Natura 2000. Cilj ekološke mreže, pod nazivom Natura 2000, je održavanje određenih prirodnih stanišnih tipova i staništa povoljnih za vrste ili, kad je to potrebno, njihov povrat u povoljno stanje očuvanosti u njihovom prirodnom arealu (Direktiva Vijeća 92/43/EEZ). Na navedenih pet područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove (POVS) na rijeci Korani štiti se ukupno 20 stanišnih tipova (Prilog I) i 37 vrsta (Prilog II). Od toga, najviše ciljnih stanišnih tipova i vrsta nalazimo na području Nacionalnog parka Plitvička jezera (20 stanišnih tipova, 30 vrsta). Većina ciljnih stanišnih tipova i vrsta nisu isključivo vezani uz

rijeku Koranu ili čak vodena staništa, ali od značajnijih stanišnih tipova vezane uz rijeku Koranu su Sedrene barijere krških rijeka Dinarida (32A0). Ovaj stanišni tip karakteriziraju sedrene barijere nastale nakupljanjem kalcijeva karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ), iz vode bogate otopljenim kalcijevim bikarbonatom ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), na organizmima poput mahovina, algi, ali i drugim neživim predmetima. Navedenim procesima nastaju mnoge barijere preko kojih se preljeva voda čineći vodopade / slapove i kaskade, koje ujedno grade novu sedru (Topić i Vukelić 2009; enciklopedija.hr 2024). Navedeni stanišni tip pod zaštitom je na četiri područja: NP Plitvička jezera, Gornji tok Korane, Slunjčica i Korana nizvodno od Slunja. Ugrozu za sedru predstavljaju promjene vodnog režima i presušivanje korita, što je često uzrokovano i samim rastom sedre, budući da na taj način sama sedra preusmjerava tok i ostavlja dio korita suhim, ali može bit uvjetovano i ljudskim faktorom. Nadalje, eutrofikacija također nepovoljno utječe na sedru. Naime, zbog akumulacije detritusa (mrtvog organskog materijala) uzrokovanog eutrofikacijom dolazi do bržeg razvoja višegodišnjeg bilja (drveće i grmlje) što dovodi do urušavanja sedrenih barijera (Topić i Vukelić 2009). Od ciljnih vrsta štićenih na području ekološke mreže rijeke Korane ističu se beskralježnjaci poput potočnog raka (*Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803)) i obične lisanke (*Unio crassus* Philipsson, 1788) te riba kojih je sedam ciljnih vrsta: veliki vijun (*Cobitis elongata* Heckel & Kner, 1858), potočna mrena (*Barbus balcanicus* Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002), gavčica (*Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)), plotica (*Rutilus virgo* (Heckel, 1852)), bolen (*Leuciscus (Aspius) aspius* (Linnaeus, 1758)), talijanski vijun (*Sabanejewia larvata* (De Filippi, 1859)) i dvoprugasti vijun (*Cobitis bilineata* Canestrini, 1865). Sve navedene vrste isključivo su vezane uz vodena staništa, no postoje i druge ciljne vrste koje nisu isključivo vezane uz vodu ali je aktivno koriste, poput raznih vrsta šišmiša ili vidre (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758).

Potočni rak je ciljna vrsta dvaju Natura 2000 područja rijeke Korane (NP Plitvička jezera, Područje oko sustava Matešićeva špilja - Popovačka špilja). Radi se o raku koji može narasti do maksimalnih 15 cm, a najčešće do 11 cm što ih čini najmanjim iz njihove porodice (Astacidae). Hrani se vodenom i poluvodenom vegetacijom, beskralježnjacima i detritusom tj., svežder je. Naseljava potoke i manje vodotoke viših nadmorskih visina s kamenitim dnom. Kao skrovište koristi vodenu vegetaciju ili se zavlaci pod kamenje. Ugrozu ovoj vrsti predstavljaju razna zadiranja u korita vodotoka (uređenja, održavanja, zagađenja) te druge strane vrste rakova koji prenose račju kugu (*Aphanomyces astaci* Schikora, 1906), na koju ova vrsta nije otporan (Maguire 2014). Vezano uz rakove, važno je spomenuti i prisutnost invazivne strane vrste

signalnog raka (*Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852) u rijeci Korani. Ova vrsta prvi put u Hrvatskoj je zabilježena 2008. godine u rijeci Muri u koju je dospjela širenjem areala iz Slovenije (Maguire i sur. 2010). U Korani je ova vrsta prvi put zabilježena 2011. godine, nedaleko od ušća pritoke Radonje. Budući da rijeka Korana nije direktno povezana s Murom i Dravom gdje je zabilježena ova strana vrsta, radi se o namjernom unošenju signalnog raka od strane ljudi (Hudina i sur. 2013; haop.hr 2024). Prema radu Hudine i suradnika (2013) signalni rak u toku rijeke Korane 2012. godine zauzima potez od 10 km toka, dok novija istraživanja pokazuju kako se to područje proširilo na duljinu od 30 km riječnog toka (Dragičević i sur. 2020). Signalni rak ističe se izrazitom invazivnošću i brzinom zauzimanja novih područja, ponajviše zbog visokog fekunditeta i dostizanja rane zrelosti. Također, ova vrsta je prijenosnik račje kuge, patogena na kojeg ova vrsta ima razvijenu otpornost, dok autohtone vrste obolijevaju te posljedično ugibaju (Hudina i sur. 2013; Dragičević i sur. 2020). Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Karlovačke županije NATURA VIVA provodi već nekoliko godina projekt kontrole populacije signalnog raka u rijekama Korani i Radonji s ciljem smanjivanja brojnosti ove vrste, prikupljanja podataka o račjoj kugi, praćenja njegovog stanja itd. (naturaviva.hr 2024).

Uz rukove, od drugih beskralježnjaka, na području Korane pronalazimo i 33 vrste mekušaca (21 vrsta puževa i 12 školjkaša). Najznačajniji je nalaz rijetke i ugrožene vrste školjkaša obične lisanke (*U. carassus*) koji je ujedno i ciljna vrsta dvaju područja ekološke mreže (Gornji tok Korane i Korana nizvodno od Slunja). Nadalje, u rijeci Korani zabilježene su tri invazivne strane vrste mekušaca: *Physella acuta* (Draparnaud, 1805), *Ferrissia fragilis* (Tryon 1863) i *Sinanodonta woodiana* (I. Lea, 1834) (Baren 2013).

Hrvatska je s obzirom na svoju veličinu relativno bogata ribljim vrstama, broji ih 137 (Čaleta i sur. 2019). Pošto je područje rijeke Korane raznoliko (jezerski početni dio, presušni dio korita, razne pritoke i dosta mirniji završni tok), ihtiozajednica ove rijeke je raznolika. Za cijelokupno područje rijeke Korane ne postoje podaci o ihtiozajednici, no postoje pojedinačni podaci za dijelove rijeke ili za rasprostranjenost pojedinih vrsta riba na području Hrvatske (Jurinac 1887; Kerovac i sur. 1999; Mrakovčić 2010; Jelić 2012; Mrakovčić i sur. 2014; Mustafić i sur. 2016; Zanella i sur. 2019; Buj i sur. 2023; Jelić i sur. 2023). Iz navedenih podataka skupno je zabilježeno 35 vrsta riba (prilog 1). Od navedenih vrsta, njih sedam se nalazi na popisu strogozaštićenih vrsta (*Eudontomyzon vladaykovi* Oliva & Zanandrea, 1959; *Cobitis elongata*

Heckel & Kner, 1858; *Sabanejewia balcanica* (Karaman, 1922); *Romanogobio kesslerii* (Dybowski, 1862); *Romanogobio vladykovi* (Fang, 1943); *Zingel streber* (Siebold, 1863); *Cottus gobio* Linnaeus, 1758) prema Pravilniku o strogo zaštićenim vrstama (NN 144/13; 73/16), dok tri vrste pripadaju invazivnim stranim vrstama (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782); *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846); *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)). Također, dvije invazivne strane vrste (*P. parva* i *L. gibbosus*) nalaze se na Popisu invazivnih stranih vrsta koje izazivaju zabrinutost u Europskoj uniji (Uredba (EU) br. 1143/2014). Ciljne vrste riba za rijeku Koranu u sklopu Natura 2000 područja su sljedeće: *Cobitis bilineata* Canestrini, 1865; *Sabanejewia larvata* (De Filippi, 1859); *Cobitis elongata* Heckel & Kner, 1858; *Barbus balcanicus* Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002; *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782); *Rutilus virgo* (Heckel, 1852) i *Leuciscus (Aspius) aspius* (Linnaeus, 1758). S tim da prve dvije navedene (*C. bilineata* i *S. larvata*) nalazimo na području Nacionalnog parka Plitvička jezera i nisu zabilježene u vodotoku rijeke Korane. Također, ove dvije vrste su nedavno novootkrivene / novodeterminirane. Naime, do nedavno se smatralo kako na ovom području obitavaju česte vrste dunavskog slijeva poput običnog ili velikog vijuna (*Cobitis elongatoides* Băcescu & Mayer, 1969, *C. elongata*), no novija istraživanja su pokazala kako se radi o talijanskom vijunu (*C. bilineata*) i talijanskom zlatnom vijunu (*S. larvata*) (Buj i sur. 2023). Stoga je moguće da ove vrste obitavaju u Korani, no da su ili krivo determinirane ili još nisu zabilježene.

Što se tiče Natura 2000 ciljnih vrsta riba, razlozi njihove ugroženosti su različiti, no najčešće su neposredno ugrožene raznim ljudskim aktivnostima. Tako se u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba (Mrakovčić i sur. 2006) za bolena (*L. (A.) aspius*) navodi uzrok ugroženosti zbog nestanaka hrane te zbog raznih zahvata na koritima. Zahvati na koritu, pregradnje, kanaliziranje i sl. ugrožavaju potočnu mrenu (*B. balcanicus*), velikog vijuna (*C. elongata*) i potencijalno ploticu (*R. virgo*). Zbog regulacije korita dolazi do promijene u staništu (smanjeni protok, smanjenje dubine, zagrijavanje...) ili promijene samog staništa (gubitak određenog stanišnog tipa, npr. betoniranjem dna nestaje sitnozrnnati sediment povoljan za skrivanje pojedinih vrsta riba) što ne odgovara navedenim vrstama te s vremenom one napuštaju ili se njihova brojnost smanjuje u staništu (zbog nestanka mriješta ili nepovoljnih uvjeta za naseljavanje). Nadalje, česti uzrok ugroženosti su i razna zagađenja vodotoka iz točkastih izvora poput kanalizacije ili difuznih izvora poput poljoprivrede. Takvo što indirektno utječe i na gavčicu (*R. amarus*). Naime, ova vrsta kod razmnožavanja polaže svoja jaja u žive školjkaše roda *Unio*, no zbog zagađenja

smanjuje se brojnost ovih školjkaša, a time se ograničava i mogućnost mrijesta gavčice (haop.hr 2024).

#### Barijere:

Utjecaj čovjeka na vodene površine bilježi se od samog početka ljudske civilizacije te se kroz vrijeme samo povećava. Primjera radi, na području Europe nalazi se 20-ak velikih rijeka, a samo jedna se smatra „netaknutom“ (Sjeverna Dvina u Rusiji). Glavne ugroze za europske rijeke, ali i svjetske rijeke te jezera, predstavlja crpljenje vode (za potrebe industrije, poljoprivrede i građanstvo), promjene u korištenju zemljišta, prisutnost stranih invazivnih vrsta te fragmentacija vodotoka izgradnjom brana kojih na području Europe ima više od 6000 viših od 15 m (Lampert i Sommer 2007; Tockner i sur. 2009).

Brane se definiraju kao ljudske građevine na području riječne doline ili u koritu nastale radi iskorištanja ili kontrole vodene mase. Brane se još nazivaju, ali rjeđe, pregradama (ovisno o literaturi, ovo ne moraju biti istoznačnice). Važno je navesti kako se često u literaturi, poglavito onoj na engleskom jeziku, za razne barijere koristi izraz „brana“, tj. engleska riječ „dam“, što smo u dalnjem tekstu i direktno prevodili kao brana, dok bi pravilnije bilo navoditi barijera ili pregrada, budući da se može raditi i o riječnoj stepenici, pragu ili sl. Brane se grade u različite svrhe, a neke od njih su: obrana od poplava i korištenje vode za vodoopskrbu, natapanje, proizvodnja električne energije, plovidba, rekreacija itd. (enciklopedija.hr 2024). Prve brane nastaju prije 5000 godina na području rijeka Eufrata i Tigrisa te se sporadično grade diljem svijeta, no svoju veliku ekspanziju doživljavaju nakon Drugog svjetskog rata (prije 2. sv. rata je bilo oko 3900 brana viših od 15 m, dok ih je 1962. god. bilo oko 9000). Danas brane dijelimo u dvije skupine; velike i male brane. Velike brane su one koje su više od 15 m te one s visinom između 10 i 15 m, a koje ili imaju krunu dulju od 500 m, ili obujam akumulacije veći od 100 000 m<sup>3</sup>, ili imaju maksimalni preljev vode veći od 2000 m<sup>3</sup>/s. Male brane su sve one koje ne zadovoljavaju niti jedan od gore navedenih kriterija (Stojić 1997). Uz najpoznatije brane, postoje i drugi tipovi hidrotehničkih objekata sa sličnim utjecajima na vodotoke: riječna stepenica, riječni prag, preljev, retencija... Razlike između riječnog praga i stepenice su u njihovom utjecaju na korito, tj. vodotok. Naime, u svrhu smanjenja produbljenja korita uslijed nepovoljnog djelovanja hidrauličke erozije, na vodotocima se grade pragovi s ciljem stabiliziranja dna, dok se riječna / vodena / hidrotehnička stepenica gradi na mjestu denivelacije dna vodotoka (koncentracija energetskog pada) u svrhu zaštite njegovog korita od pojačanog

erozijskog djelovanja na tome mjestu (Gjetvaj i sur. 2019; Vranješ i sur. 2022). Uloga preljeva je da bi se održala određena dubina vode u uzvodnom dijelu kanala, a radi se o pregradi preko koje se voda, kako i sam naziv govori, preljeva (Vranješ i sur. 2022).

Točnih podataka o broju objekata koji pregrađuju korito na neki od navedenih načina u Republici Hrvatskoj nemamo, no postoje razni podaci kod kojih veliki problem predstavlja preklapanje pojedinih podataka, ali i izostanak dijela podataka. Najpreciznijim podacima o branama možemo smatrati one koje posjeduje tvrtka Hrvatske vode. Prema podacima Hrvatskih voda iz Plana upravljanja vodnim područjima do 2027. (Anonymus 2023) dobivenim na zahtjev, na teritoriju Hrvatske ukupno se nalaze 53 brane akumulacije, četiri brane mlina, 51 brana retencije, 54 hidroelektrane, 471 riječni prag, 2774 riječne stepenice, 1706 pregrada itd. Nadalje, moguće je pronaći zasebne podatke o pojedinim tipovima brana, pa se tako prema drugim podacima Hrvatskih voda (Pavković i sur. 2023) na teritoriju Republike Hrvatske nalazi 58 hidroelektrana, od kojih je jedna van funkcije. Iz navedenog je vidljivo kako dolazi do neujednačenosti podataka, budući da se u prvom navodu o broju hidroelektrana koristi broj od njih 54, dok se u potonjem navodi 58 hidroelektrana (Anonymus 2023). Također, u istom radu se navodi planirana izgradnja 13 hidroelektrana koje su trenutno u planu izgradnje, tj. u postupku prikupljanja tehničke dokumentacije i potrebnih dozvola, ili izvođenja, dok je 18 neizgrađenih hidroelektrana koje su predviđene na mjestima starih vodnih građevina (mlinovi, starije hidroelektrane, brane, pumpne stanice i slično). Za rijeku Koranu se navode četiri lokacije na kojima se planira izgradnja ili prenamjena na mjestima starih vodnih građevina (mala hidroelektrana Korana 1, mHE Odeti 1, mHE Kameščaki, mHE Barilović). Za izgrađene hidroelektrane navedeni su njihovi utjecaji na hidromorfološke elemente te iz njih, sumirano, proizlaze sljedeći podaci:

- Prekid kontinuiteta u kretanju riba - uzvodno i nizvodno – 54 elektrane
- Utjecaj na protok koji podržava neometano kretanje riba – 30 elektrana
- Utjecaj na male vode – 44 elektrane
- Utjecaj na varijabilnost protoka – 39 elektrana
- Brze promjene protoka – 17 elektrana
- Utjecaj na promjene sedimenta – 54 elektrane
- Promjene razine jezera – 19 elektrana
- Ujezerenje rijeka – 33 elektrane

- Brane i pregrade – 51 elektrana
- Fizikalne i kemijske promjene – 23 elektrane.

Najznačajniji elementi utjecaja hidroelektrana u Hrvatskoj su promijene u prijenosu sedimenta, izgradnja brane i pregrade te prekid kontinuiteta kretanja riba (Pavković i sur. 2023).

#### Utjecaj fragmentacije vodotoka:

Pregradnja vodotoka različitim tipovima hidrotehničkih objekata može imati mnoge pozitivne učinke, poglavito za ljudе, negativne učinke za ekosustav, ali i obrnuto te kombinirano. Treba uzeti u obzir da će svako zadiranje u prirodne sustave nekako utjecati na njih, za pojedine dijelove možda povoljno, a za pojedine negativno ili čak kombinirano negativno i pozitivno. Na primjer, izgradnjom barijere na nekom brzom, gorskom vodotoku nastati će omanje akumulacijsko jezerce u kojem će se taložiti sitniji sediment te će se i temperatura podići za koji stupanj. Navedeno će privući vrste riba koje se ranije nisu tu zadržavale, poglavito one koje više preferiraju sporije tokove, a što će predstavljati izvor hrane za piscivorne vrste riba (vrste koje se hrane ribom) poput pastrve ili mladice. No zbog nestanka krupnijeg sedimenta i promijene u temperaturi ovo područje više neće biti povoljno za mrijest pastrve ili mladice. Ovo je samo jedan mali prikaz što bi se dogodilo s ribama u jednom ekosustavu omanje gorske rijeke, no ovakva promjena će utjecati i na druge organizme, poput raznih beskralježnjaka (rakova, puževa) ili biljaka, što povezano opet može utjecati na rive i obrnuto.

Tematika pregradnje i fragmentacije vodotoka naširoko je obrađivana i za navedenu je moguće pronaći mnogo literature (Roni i Beechie 2013; Baudoin i sur. 2014; Schmutz i Sendzimir 2018; Scudder 2019; Verheij i sur. 2021...). U većini slučajeva kod pregradnje vodotoka pojavljuju se slijedeći utjecaji:

- 1) promjene u riječnom režimu (promijene u godišnjem hodu vodostaja);
- 2) promijene u protoku;
- 3) promjene u dubini vodotoka;
- 4) promjene u morfologiji korita;
- 5) promjene u sastavu i prijenosu sedimenta;
- 6) promjene u fizikalno-kemijskim parametrima vodnog tijela (temperatura, pH, zasićenost kisikom, prozirnost...);

- 7) promijene u razini podzemnih voda;
- 8) homogenizacija staništa;
- 9) prekid riječne povezanosti (povezanosti riječne mreže)...

Svi navedeni čimbenici imaju utjecaj na ekosustav vodotoka, ali i okoline. Često se ne radi o jednom promijenjenom čimbeniku već skupu čimbenika koji utječe na ekosustav, ali i međusobno jedni na druge. Ukratko ćemo pokušati objasniti svaki utjecaj na ekosustav:

- 1) Promjene u riječnom režimu utječu i na druge čimbenike poput prijenosa sedimenta, promijene u protoku i sl. Što se tiče ekosustava, one mogu utjecati na mrijest pojedinih vrsta, na okolni prostor, strukturu zajednice itd. Naime, gubitak plavljenja tijekom određenog perioda u godini ili čak potpuni gubitak plavljenja negativno utječe na mrijest većine šaranskih (ciprinidnih) vrsta riba. Također, gubitak plavljenja negativno utječe i na ekosustave uz rijeke, budući da je plavljenje jedan od važnijih procesa za poplavna područja (prinos sedimenta, nutrijenata, ispiranje i sl.). Promjena strukture zajednice je vrlo čest rezultat zadiranja u vodotoke, ali i općenito u ekosustave. Naime, pojedinim vrstama više odgovaraju određeni uvjeti u staništu, dok drugima ti isti uvjeti ne odgovaraju, te će se promjenama uvjeta povećati brojnost nekih vrsta, dok će se kod drugih smanjiti. Važno je pripomenuti kako se takvo što ne odvija samo na području zahvata i oko njega, već i nešto uzvodno i značajnije nizvodno.
- 2) Promjene u protoku utjecati će i na ostale fizičke i kemijske čimbenike. Naime, protok utječe na tip supstrata koji će činiti dno vodotoka, a ujedno i na temperaturu i na npr. otopljeni kisik. Sve navedeno utječe na zajednice u ekosustavu, pa tako sa smanjenjem protoka vodotoci koji su nekoć sadržavali pastrvske vrste bivaju naseljeni šaranskim vrstama, ili obrnuto ukoliko se radi o ubrzavanju protoka. Nadalje, smanjenjem protoka nestati će vrste koje obitavaju u struji vode, tj. reofilne vrste, poput pojedinih vijuna ili peševa.
- 3) Promjene u dubini vodotoka isto utječu na ostale fizičke i kemijske faktore. Glavni faktor je smanjenje prodiranja sunčeve svijetlosti, što utječe na biljne zajednice i zajednice algi u tom ekosustavu. Također, različite dubine vodotoka odgovaraju različitim zajednicama beskralježnjaka i riba, ali i sisavaca.
- 4) Morfologija korita bitno utječe na mnogo faktora, a time i na ekosustav vodotoka. Na primjer, ravna korita ubrzavaju protok vodotoka, povećavaju veličinu supstrata dna,

homogeniziraju stanište itd. Također, sve navedeno smanjuje prostor za obitavanje životinja i biljaka u tom vodotoku, a time i osiromašuje ekosustav. Postoji još mnogo učinaka i primjera na ovu temu, no za sada ćemo se zadržati na ovom.

- 5) Sastav i prijenos sedimenta ovisi o drugim faktorima, ali može i utjecati na njih. Recimo, glavni faktor koji utječe na tip sedimenta je brzina protoka i tip supstrata na kojem se nalazi vodotok, no sitnozrnati i biogeni sedimenti (poput otpalog lišća, grana i sl.) utječu na kemizam vode i mogu dovesti do potpune anoksije (potpuni nestanak kisika) u nekom području, a time i do osiromašenja životnih zajednica ili nestanka vrsta koje su nekoć obitavale na tom području. Na primjer, odsječeni rukavac rijeke postaje jezero koje se lakše zagrijava, time gubi otopljeni kisik i više nije pogodno za naseljavanje pojedinih vrsta koje preferiraju hladnije vode i višu zasićenost kisikom itd.
- 6) Fizikalno-kemijski uvjeti najčešće ovise o drugim faktorima, kao što su dubina, protok itd., ili vanjskim faktorima poput zasjene, raznih ispusta, okolnog prostora. Najznačajniji utjecaj na ekosustav ima prekomjerni dotok nutrijenata. Naime, zbog velikih količina hranjivih tvari u vodnim tijelima dolazi do bujanja vodenog bilja i algi, što posljedično dovodi do anoksičnih uvjeta i ugibanja cijelih životinjskih i biljnih zajednica nekog područja. Isto tako, kemijski uvjeti mogu utjecati i na druge faktore, poput protoka ili prozirnosti. Primjerice, kod izrazitog bujanja vegetacije u koritu smanjuje se protok, a kod visoke prisutnosti algi u gornjem stupcu vode smanjuje se prozirnost u dublje dijelove itd.
- 7) Promjene u razini podzemnih voda su nešto što ne primjećujemo odmah, no kako vrijeme odmiče značaj ovog elementa je sve vidljiviji. Primjera radi, zbog izgradnje barijera dolazi do prekida spuštanja sedimenta nizvodno od barijere, a time do ukopavanja rijeke u vlastito korito i ujedno do snižavanja razine podzemnih voda. Navedeno ima negativni utjecaj na ljude zbog potrebe bušenja dubljih bunara za pitku vodu, ali i na biljni svijet, poglavito na hrastove šume itd. Također, zbog promjena u razini podzemnih voda, poglavito nizvodno gdje dolazi do njezina spuštanja, često nestaju pojedini izvori, a užvodno se pojavljuju novi.
- 8) Homogenizacija staništa je proces kojim se ujednačava stanište. Dobar primjer je kanaliziranje vodotoka, gdje se inače zakriviljeno korito s manjim otocima, dubljacima i sl. pretvara u ravni kanal ujednačena izgleda. Kod ovakvih staništa dolazi do smanjenja

brojnosti vrsta, budući da one gube prostor u kojem bi se inače hranile, razmnožavale ili obitavale.

- 9) Prekid riječne povezanosti (povezanosti riječne mreže) je u interakciji sa svim gore navedenim učincima, no među najznačajnijima je onemogućavanje prijelaza migratornim vrstama. Navedeno se odnosi najviše na ribe, koje predstavljaju najznačajnije migratorne vrste. Ovakvo što dolazi do izražaja za one vrste koje obitavaju u moru ili deltama rijeka, a mrijeste se u izvorišnim dijelovima i obrnuto. Među najpoznatijim vrstama su lososi i jesetre. Lososi ne obitavaju na prostoru Hrvatske, no jesetrama velike rijeke Hrvatske predstavljaju dom. Ipak, zbog pregradnje rijeka u Europi, veliki dio vrsta ovih riba nestao je s našeg područja. Stoga i ne čudi podatak da od sedam vrsta jesetra u Hrvatskoj, pet ih se smatra regionalno izumrlim (izumrli na pojedinom području). Još značajniji podatak o negativnom utjecaju je pad populacije migratorinih riba u Europi za čak 93 % unazad par desetljeća (prema *Living Planet Indeks-u*).

Ukratko smo dočarali utjecaje promjena koje nastaju u vodenim ekosustavima uslijed zadiranja u njih. Važno je pripomenuti kako se tu radi samo o dijelu primjera te da u stvarnim sustavim govorimo o znatnim promjenama koje su specifične za svaku pojedinačnu situaciju (Baudoin i sur. 2014; Schmutz i Sendzimir 2018; Verheij i sur. 2021). Nadalje, kroz ove primjere moguće je iščitati da svako zadiranje u ekosustav mora imati utjecaj na njega. Isto tako, utjecaj na pojedini ekosustav može biti pozitivan za pojedine vrste, ali i negativan za druge, što često dolazi do izražaja kroz duži niz godina, tj. predstavlja dugoročni utjecaj. Primjera radi, izgradnjom brane na nekoj gorskoj rijeci nastaje i akumulacijsko jezero koje je potpuno novi ekosustav nastao u tek nekoliko godina. Nadalje, akumulacijsko jezero zbog svoje male protočnosti postepeno postaje zagrijanije i u tom slučaju nastaju još jednom potpuno novi stanišni uvjeti. U tako zagrijanom sustavu prosperiraju vrste takvih stanišnih uvjeta (npr. vodeno bilje mirnijih protoka na uštrb bilja brzih tokova), a ujedno se pojavljuju nove vrste, najčešće unesene od strane čovjeka. Nove vrste često su dominantnije od nativnih vrsta (s obzirom na to da im više odgovaraju novonastali stanišni uvjeti) te ih postepeno istiskuju iz staništa. Slične primjere moguće je naći diljem svijeta, ali i kod nas (Mrakovčić i sur. 2006; Jelić i sur. 2016; Pofuk i sur. 2017; Buj i sur. 2023...). Često u takvim uvjetima stječemo dojam kako se „priroda poboljšala“ i kako je „bogatija“ nego prije, no ustvari govorimo o degradaciji staništa. Dobar primjer je unos, već spomenutog, signalnog raka u rijeku Koranu. Naime, iako

je signalni rak obogatio faunu beskralježnjaka u Korani, on svojom prisutnošću istiskuje nativne vrste rakova, ali i vrste iz ostalih skupina i time ustvari osiromašuje faunu Korane. Navedeno je zabilježeno istraživanjima na području Korane gdje se trenutno ova vrsta nalazi (Hudina i sur. 2013; Dragičević i sur. 2020). Sličnih primjera ima mnogo, a vezano uz vodene ekosustave najčešće govorimo o stranim vrstama riba koje često budu unesene, namjerno ili slučajno, zbog uzgoja u akvakulturi, rekreativne (sportski ribolov), akvaristike, biološke kontrole drugih vrsta itd. (Mihinjać i sur. 2019). Utjecaj tako unesenih vrsta najbolje je dokumentiran u razvijenim područjima, poput Europe, gdje broj stranih vrsta riba prelazi više od 20 % ukupne brojnosti vrsta (Leprieur i sur. 2008). Strane unesene vrste često su prilagodljivije nego nativne (u biologiji se koristi izraz eurivalente, što označuje vrste koje podnose velike varijacije ekoloških čimbenika) i na taj način istiskuju iste. Uz navedeno, takve unesene strane vrste često imaju veći fekunditet (plodnost, rodnost), agresivnije su, prenose bolesti na koje same budu otporne... U slučaju kada te strane, unesene vrste ugrožavaju ili štetno utječu na zavičajne vrste ili pak ugropavaju zdravlje ljudi i gospodarstvo, tada se one smatraju invazivnim stranim vrstama (Mihinjać i sur. 2019). Primjeri takvih vrsta u Korani su signalni rak, azijska bezupka (*S. woodiana*), sunčanica (*L. gibbosus*), babuška (*C. gibelio*), vodena kuga (*Elodea canadensis* Michx.)...

Već smo naveli da se pregradnjom vodotoka ometa prirodni prijenos sedimenta te se isti dijelom zadržava u akumulacijskom prostoru uzvodno od barijere. Nešto slično se dešava i s nutrijentima u vodotoku. U prirodnim uvjetima, nutrijenti u vodotocima se spuštaju od izvora ka ušću, no kod izgradnje barijera takav protok je dijelom zaustavljen i stvaraju se akumulacijska područja za nutrijente kao što su fosfor (P), dušik (N), organski ugljik (C) itd., ali i za toksične elemente (živa (Hg), olovo (Pb)...) (Kennedy i Walker 1990; Bergkamp i sur. 2000; Schmutz i Sendzimir 2018; Wang i sur. 2022). Također, iako je donedavno prevladavalo mišljenje da se zadržavanjem nutrijenata u rezervoarima osiromašuje donji tok, novija istraživanja ukazuju kako dolazi do obogaćivanja nutrijentima i donjeg toka (Middelburg 2020). Zbog navedenog akumuliranja hranjivih tvari dolazi do prekomjernog bujanja vodene vegetacije i algi (tzv. cvjetanje vode) što, kako je već bilo navedeno, dovodi do anoksičnih uvjeta pogubnih za živi svijet vodenog ekosustava, a u kraјnjem slučaju može biti opasno i za zdravlje ljudi. Učinak takvog čega karakterističan je za vodotoke koji su pod ljudskim pritiskom, što iz točkastih izvora poput kanalizacijskih ispusta, što iz difuznih izvora poput poljoprivrede ili prekomjernog turizma. Rijeka Korana nije iznimka ni u ovom slučaju, budući

da njezine dvije pritoke, Mutnica i Radonja, donose značajne količine onečišćujućih tvari (Frančišković-Bilinski i sur. 2012; Frančišković-Bilinski i sur. 2018; hina.hr 2024). Također, uz navedene pritoke izvor onečišćenja su i mjesta uz Koranu bez uređenih kanalizacijskih sustava te poljoprivreda. Onečišćivači (prekomjerna upotreba umjetnih gnojiva i raznih zaštitnih sredstava) iz poljoprivrede značajni su na krškim područjima koja su propusnija, pa se isti lakše ispiru i dolaze u doticaj s vodonosnicima i tekućicama ovog područja (Romić i sur. 2014).

Kisik u vodene ekosustave dospijeva na dva načina: direktnim otapanjem atmosferskog kisika ili primarnom produkcijom biljka, algi i cijanobakterija (fotosintezom). U stajaćim (lentičkim) vodenim ekosustavima kisik ulazi u vodu samo u gornjim slojevima koji su u doticaju s atmosferom i gdje prodire sunčeva svjetlost potrebna za fotosintezu, te u dublje slojeve dospijeva samo miješanjem slojeva (do miješanja najčešće dolazi zbog promjena temperature vodnog tijela s promjenama godišnjih doba). Stoga, kod stajaćica lako dolazi do pojave anoksije, poglavito u dubljim dijelovima. Za razliku od stajaćih, tekući (lotički) vodenim ekosustavima često obiluju otopljenim kisikom, poglavito zbog značajne izmjene plinova s atmosferom uzorkovane turbulencijom tečenja (slapovi, kaskade, raspršenost toka preko prepreka u koritu). Još jedan od faktora koji utječe na količinu otopljenog kisika je temperatura vode. Naime, hladnija voda sadrži više otopljenog kisika, a zagrijavanjem se smanjuje njegova količina (Lampert i Sommer 2007). Zbog navedenog, ljeti u pojedinim vodenim tijelima dolazi do masovnog pomora ili negativnog utjecaja na živi svijet, najčešće zbog nestanka otopljenog kisika. U takvim situacijama možemo vidjeti kako ribe pokušavaju udisati atmosferski kisik i / ili se okupljaju u područjima dotoka hladnije vode, slapištima i sl. U ovakvim slučajevima govorimo o negativnim utjecajima barijera na vodotoke. Naime, zbog stvaranja akumulacijskog prostora i usporavanja vodotoka dolazi do lakšeg zagrijavanja vodene mase, a time i do smanjenja količine otopljenog kisika. Također, znatan utjecaj na ovo mogu imati i otopljeni nutrijenti koji se nakupljaju u istom prostoru akumulacije i pospješuju prekomjerni rast vegetacije (Bergkamp i sur. 2000; Zaidel i sur. 2020; Abbott i sur. 2022). Dobar primjer utjecaja brana na otopljeni kisik dokumentiran je u radu Abbotta i suradnika (2022) koji su proveli istraživanje na području Sjedinjenih Američkih Država (SAD) prije i nakon uklanjanja nekoliko brana. Naime, oni su u sklopu svojeg istraživanja zapazili da je količina otopljenog kisika niža u akumulacijskom području nego u područjima uzvodnije od brane (u 13 od 15 slučajeva). Također, nizvodno od brana zabilježena je niža koncentracija kisika, no neznačajno. Na svih

10 lokacija na kojima se radilo uklanjanje barijera, nakon uklanjanja zabilježeno je povećanje koncentracije otopljenog kisika u usporedbi s koncentracijom iz akumulacija, a na pojedinim lokalitetima koncentracija kisika je bila viša nego u uzvodnjim područjima. U područjima nizvodnije od uklonjenih brana također je zabilježeno povećanje koncentracije kisika, poglavito za lokacije na kojima su prije uklanjanja bile zabilježene izraženo niske koncentracije otopljenog kisika (Abbott i sur. 2022). Nasuprot tome, neki za očuvanje rijeka i njihovog ekosustava predlažu obnavljanje starih brana mlinica, vodenica i pilana i to kroz tradicionalne metode gradnje (gradnja brana od kamenih suhozida, kamena i betona). Namjera ovakvih aktivnosti je usporavanje protoka rijeka, koje zbog klimatskih promjena sve češće dijelom presušuju ili im opada vodostaj, a s ciljem zadržavanja vodene mase i uspostavljanja staništa koja su tradicijski postojala na području korita, kroz povijest korištenja vode za potrebe pokretanja mlinova, vodenica i pilana (informacije dobivene od strane dionika ovog projekta). Na tragu toga nisu pronađeni literaturni zapisi koji bi podržali ovu teoriju, no u susjednoj Republici Sloveniji, održan je okrugli stol na ovu temu vezan za rijeku Kupu (organiziran od strane slovenske udruge Proteus). U sklopu okruglog stola predstavljena je problematika rijeke Kupe koja pati zbog opadanja ribljeg fonda, starih i dotrajalih brana koje su u lošem stanju i dovode do pada vodostaja rijeke, zagrijavanja vodotoka, prekomjernog turizma itd. U sklopu okruglog stola rečeno je kako je potrebno obnavljati stare barijere / brane tradicijskim metodama, ali i omogućiti prohodne staze za ribe koje na trenutno obnovljenim barijerama nemaju adekvatne prolaze. Također, od strane sudionika navedeno je da se protok Kupe smanjio za trećinu unazad 30 godina, ali i da je temperatura vode porasla za dva do tri stupnja na što brane, nove ili obnovljene, ne mogu utjecati u smjeru poboljšanja stanja (radio-odeon.com 2024).

Još jedan, već spomenut, problem koji uzrokuju barijere je onemogućavanje migracije (uzvodno i nizvodno) za faunu vodotoka, što se najčešće odnosi na ribe. Sprječavanje migracije riba poglavito se odražava na one vrste koje se mrijeste u gornjim tokovima rijeke, a žive u donjim tokovima ili u moru (anadromne vrste) i obrnuto, za vrste koje žive u gornjim dijelovima rijeke ili u rijekama općenito, a mrijeste se u moru (katadromne vrste). Za rijeku Koranu značajne su vrste riba koje cijeli život provode u slatkim vodama, a za vrijeme mrijesta poduzimaju kratke migracije unutar vodotoka s ciljem pronalaska pogodnog staništa za mrijest (potamodromne vrste). Potamodromnim vrstama migracije prije reprodukcije često nisu neophodne, no zbog potrebe za disperzijom vrsta i genetskog materijala, ipak je važno da ove

vrste mogu neometano migrirati. Naime, izgradnjom barijera može doći do odvajanja populacija nekih vrsta zbog čega dolazi i do gubitka genetske raznolikosti, a naposljetu i do genetičkog drifta (gubitak ili učvršćivanje pojedinih osobina u nekoj populaciji zbog male veličine populacije). Uz navedeno, životinje se prelazom preko barijera mogu ozlijediti, oslabiti ili nastradati od drugih vrsta, što također negativno utječe na njih (Larinier 2000; Baudoin i sur. 2014). Glavni faktori koji, vezano uz barijere, utječu na prolaz životinja su visina pregrade i protok. Naime, pojedine vrste riba mogu savladati određene razlike u visini vodotoka (npr. pastrva *Salmo sp.* može iskakati iz vode i do 2,5 m) i brzinu protoka (npr. peš *Cotus sp.* može plivati maksimalnom brzinom od 3 m/s, dok pastrva *Salmo sp.* dostiže brzine i do čak 6,5 m/s), no za druge vrste i najmanja razlika u visini može predstavljati nepremostivu prepreku (peš *Cotus sp.* uopće ne može skakati) (Baudoin i sur. 2014). Iz toga proizlazi da neke građevine na vodotoku mogu predstavljati prepreku za pojedine vrste, a za druge ne. Oblik barijere, tip podloge, nagib, zasjenjenost, prisutnost prostora za odmor, dubina slapišta, dubina vode na barijerama itd. još su neki od faktora koji utječu na prolaz životinja uzvodno i nizvodno kod barijera. Također, na prolaznost preko neke barijere utječu i mnogi drugi vanjski faktori poput temperature vode, količine otopljenog kisika, veličine jedinki, njihovog fizičkog stanja, vremenskog perioda (zima, ljeto), vodostaja (poplave, suše) itd. (Larinier 2000; Baudoin i sur. 2014; Chen i sur. 2023). Stoga možemo zaključiti da postoji mnogo faktora koji utječu na prijelaz životinja preko barijera (uzvodno i nizvodno) te je za svaku pojedinu barijeru, ali i vrstu, potrebno sagledati učinak te barijere i njenu prohodnost. Danas postoji mnogo literature na ovu temu, kao i primjera kako prilagoditi razne barijere (velike i male brane, riječne pragove, cijevi itd.) za prijelaz riba, ali i drugih organizama (Bergkamp i sur. 2000; Larinier 2000; Schmutz i Mielach 2013; Baudoin i sur. 2014; Franklin i sur. 2022). Naposljetu, idealno rješenje za pojedine prepreke, za njihovu prohodnost za vodene organizme, njihov učinak na biosferu i kvalitetu vodotoka, je uklanjanje istih.

#### Uklanjanje barijera:

Uklanjanje umjetno nastalih pregrada / barijera (brane, riječni pragovi, stepenice, cijevi i sl.) trend je koji se razvio unazad par desetljeća te koji sve više jača. Aktivnosti uklanjanja najviše se poduzimaju u razvijenim zemljama kao što su zemlje Sjeverne Amerike i Europe. Prema nekim podacima, radi se o ukupno 4000 uklanjanja raznih oblika brana od 1950-ih do 2016. godine (Ding i sur. 2018). Primjera radi, u Europi je 2000. godine uklonjena ukupno 101

brijera u 11 zemalja, dok je u 2023. godini uklonjeno 487 brijera u 15 država (Mouchlianitis 2024). I u Hrvatskoj smo, također, 2024. godine imali prvi zahvat uklanjanja brijera s jednog vodotoka s ciljem povezivanja riječne mreže (np-plitvicka-jezera.hr 2024). Važno je spomenuti da uklanjanje brijera nije nešto novo, već se događalo kroz povijest. Primjer toga je uklanjanje brane mlina iz 1731. godine na rijeci Conestoga u SAD-u, zbog štete koju je brana prouzročila okolnim ribarima. Lokalna zajednica je dvije godine kasnije pokrenula i peticiju s ciljem kontrole izgradnje brana, zbog kojih su „u potpunosti nestale ribe“ te zbog kojih je ribarstvo tog područja u problemima (Walter i Merritts 2008). O ozbiljnosti ove teme govori činjenica da je uklanjanje brijera integrirano u legislativu Europske unije i njezinih članica, ali i na svjetskoj razini (Verheij i sur. 2021). Preteča svega na području Europske unije je Direktiva o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike koja ima za cilj održavanje i unapređivanje kvalitete i količine vodenog okoliša na području Europske zajednice (Direktiva Parlamenta i Vijeća 2000/60/EZ). Nadalje, u Strategiji EU-a za bioraznolikost do 2030. godine planirano je uklanjanje suvišnih prepreka i obnova poplavnog područja i močvara. Iz navedenog proizlazi plan da se do 2030. oslobodi najmanje 25 000 km riječnog toka, tj. stvori slobodni riječni tok (Anonymus 2020). Na tragu Strategije, u Uredbi Europskog parlamenta i Vijeća o obnovi prirode (Uredba Europskog parlamenta i Vijeća 2024/1991) navodi se kako je potrebno uložiti veće napore u obnovu prirodne povezanosti rijeka te njihovih obalnih i poplavnih područja. U navedenom dokumentu sugerira se uklanjanje pregrada koje više nisu potrebne za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, unutarnju plovidbu, opskrbu vodom ili za druge namjene. Razlozi za uklanjanje pojedinih brijera su različiti, no možemo ih svrstati u nekoliko skupina: dotrajalost, sigurnosni razlozi, restauracija prirodnog staništa, rekreacija / turističke namjene, ekonomска ušteda (na održavanju). Od navedenog, tri su najznačajnija: sigurnosni razlozi, ekonomска ušteda i restauracija prirodnog staništa (Ding i sur. 2018).

Pored tehničkog, hidrološkog i biološkog, proces uklanjanja brijera potrebno je sagledavati i sa socijalnog aspekta. Pod time podrazumijevamo odnos javnosti i politike prema tom procesu. Načelno gledano, na razini svjetske zajednice uklanjanje brijera, poglavito onih koje više nemaju svoju prvobitnu funkciju, smatra se korisnim zbog sigurnosti te zbog poboljšanja kvalitete vode i prirode. Ipak, često se uz pojedina uklanjanja vežu i kontroverze te protivljenja (Lejon i sur. 2009; Jørgensen i Renföält 2013; Fox i sur. 2016; Jørgensen 2017). Najčešći razlozi protivljenja uklanjanju brijera su sljedeći: gubitak kulturnog naslijeđa, promjene krajobraza, hazardi izazvani izljevom sedimenta iz akumulacije brana, gubitak rekreacijskih

površina, nestanak pojedinih vrsta, pad vrijednosti okolnih nekretnina... (Lejon i sur. 2009; Fox i sur. 2016). Razlozi protivljenja javnosti ovise o mnogo faktora te za svaku barijeru mogu biti različiti i specifični. Ipak, istraživanja ukazuju na to da se javnost najčešće protivi uklanjanju barijera u urbanim sredinama. Naime, lokalne zajednice su često vezane uz obližnje barijere i akumulacijska jezera uzvodno od njih iz različitih razloga. Za pojedine lokacije ih smatraju važnim kulturološkim ili krajobraznim značajkama, na pojedinim područjima ih smatraju prirodnim staništima, a na nekima su i važna rekreacijska područja te kombinacija svega navedenog (Fox i sur. 2016). U Švedskoj je, primjerice, analizom novinarskih natpisa uočena podjela javnosti na „za“ i „protiv“ uklanjanja barijera. Dio javnosti koji je podržavao uklanjanje barijera navodio je argumente kao što je obnova prirode i dobrobiti vezane uz obnovu (mogućnost slobodnog mrijesta riba) te rekreacijske dobrobiti (ribolov). Nasuprot njima, dio javnosti koji se protivio uklanjanju navodio je argumente kao što su zaštita kulturnog nasljeđa i estetike te gubitak mogućnosti rekreacije (kupanje i plovidba) (Jørgensen i Renöfält 2013).

## Materijali i metode:

Istraživanje umjetnih barijera na koritu rijeke Korane u sklopu projekta *Free Korana river* provedeno je u dva oblika: daljinskim te terenskim istraživanjima. Nakon provedenih terenskih istraživanja, na temelju prikupljenih podataka provedena je analiza barijera s ciljem njihove kategorizacije s obzirom na oblike korištenja, utjecaj i značaj te je na osnovu dobivenih rezultata dan prijedlog barijera pogodnih za uklanjanje.

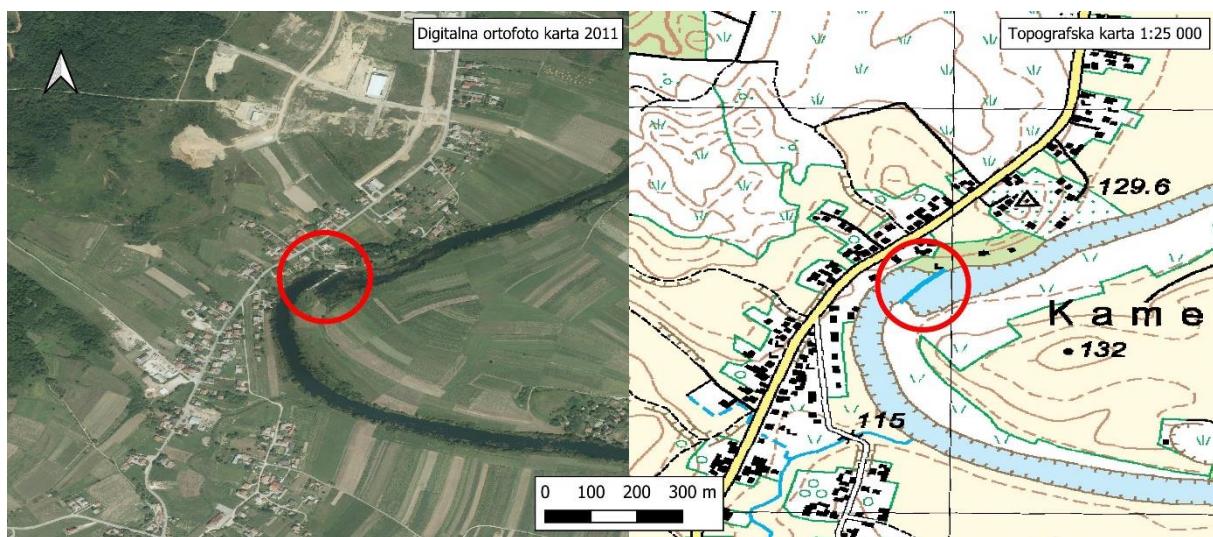
### Istraživanje umjetnih barijera:

Kako bi se olakšala terenska istraživanja, prvo su provedena digitalna (daljinska) istraživanja s ciljem prikupljanja što više podataka o prisutnim barijerama na koritu Korane. Nastavno na provedena računalna istraživanja pristupilo se terenskom radu gdje su posjećene sve barijere kojima je bilo moguće pristupiti.

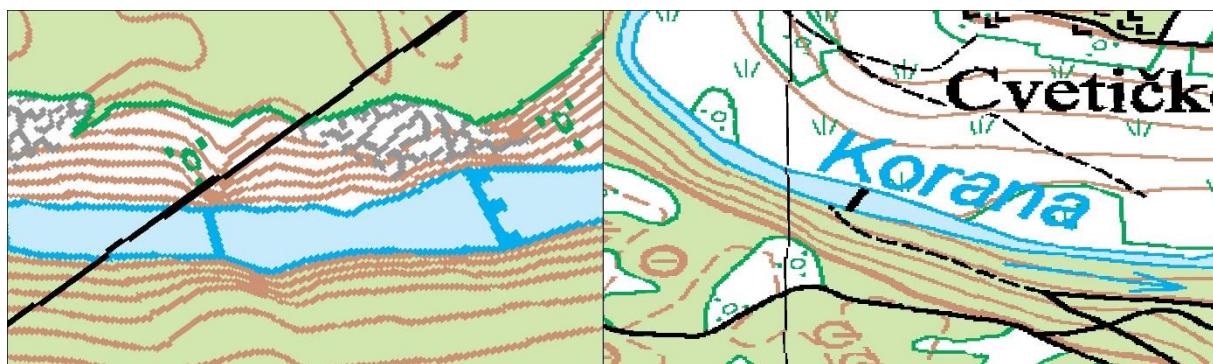
### Računalna / digitalna istraživanja:

Pri korištenju računalnih / digitalnih metoda prikupljeni su podaci dostupni putem interneta te podaci dostavljeni na zahtjev. Navedeni podaci prikazani su u geografskom informacijskom sustavu (GIS) u programu QGIS (verzija 3.34.8-Prizren) u kojem su pregledani te u kojem su zabilježeni podaci o barijerama. Istraživanje se sastojalo od bilježenja prisutnosti barijera i mlinova / vodenica, uz koje se najčešće vežu barijere, na recentnim digitalnim kartama te na starijim digitalnim kartama.

Kod istraživanja recentnih karata korištene su karte s Geoportala, Državne geodetske uprave ([geoportal.dgu.hr](http://geoportal.dgu.hr)), i to Topografska karta (TK) u mjerilu 1:25 000, te digitalna ortofoto (DOF) karta iz 2011 god. Digitalna ortofoto karta iz 2011. godine izabrana je jer najzornije prikazuje izgled korita, tj. nezamjetan je utjecaj sjenčanja u kanjonu rijeke i sl. Kod pregleda recentnih karata zabilježene su sve prepreke uočene na ortofoto i topografskoj karti (slika 3). Istraživanjem na DOF karti zabilježeni su svi objekti koji oblikom i izgledom podsjećaju na pregradu, izmjenjuju korito ili utječu na njegov izgled. Istraživanjem topografske karte zabilježene su sve pregrade označene na koritu rijeke, i to crne pune linije, plave pune linije i plave pune linije s krijestom (slika 4). U oba slučaja (DOF i TK), zabilježene su umjetne (napravljene od strane čovjeka) i prirodne prepreke.



Slika 3. Prikaz brane mlini / vodenice na digitalnoj ortofoto i topografskoj karti



Slika 4. Prikaz topografskih oznaka za označene barijere u analizi Topografske karte 1:25 000  
(primjeri pune plave linije, pune plave linije s krijestom i pune crne linije)

Pri analizi povijesnih karata korištena je karta Austro-Ugarske, treća topografska izmjera (francjozefinska izmjera) u mjerilu 1:25 000 dostupna na stranici Arcanum Maps ([maps.arcanum.com](http://maps.arcanum.com)). Na navedenoj povijesnoj karti zabilježene su sve ucrtane prepreke i mlinovi / vodenice na koritu rijeke Korane (slika 5). Mlinovi / vodenice su zabilježeni jer se uz njih najčešće veže i brana koja akumulira i preusmjerava vodu na pokretačko kolo mlinova, pa je za očekivati da će se na takvim mjestima nalaziti umjetno izgrađene prepreke.

Također, analizom su obuhvaćeni i mlinovi / vodenice označeni na recentnoj Topografskoj karti 1:25 000.

Za interpretaciju topografskih znakova korištena je Zbirka kartografskih znakova mjerila od 1:500 do 1:25 000 (Državna geodetska uprava 2018).



Slika 5. Primjer oznake za mlin / vodenicu i njezinu branu na povijesnoj topografskoj karti Austro-Ugarske

Sve zabilježene prepreke su točkasto označene, numerirane i spremljene u *shapefile* (.shp) formatu te izvučene u tablične podatke u program Microsoft Office (Excel). Navedene digitalne kartografske analize provedene su u QGIS programu (verzija 3.34.8-Prizren).

#### Terenska istraživanja:

Terensko istraživanje sastojalo se od posjeta lokacijama zabilježenim digitalnim metodama i lokacijama identificiranim na temelju podataka dostupnih na web stranici Hrvatskih voda ([preglednik.voda.hr](http://preglednik.voda.hr)) te podataka o građevinama dobivenih na zahtjev od Hrvatskih voda. Posjet prethodno zabilježenim lokacijama rađen je na dva načina: ciljano s vozilom do lokacije, ili pregledom odsječka korita iz čamca ili pješice (ako je korito bilo suho). U pojedinim slučajevima neke lokacije su bile nedostupne za istraživače (slabo prohodne, minirano područje ili sl.).

Na istraživanim lokalitetima za barijere su zabilježeni sljedeći parametri:

- visina barijere (uzvodno i nizvodno);
- visina barijere od vodnog lica (uzvodno i nizvodno);
- širina barijere;
- dužina barijere;
- je li prisutno ujezerenje (uzvodno i nizvodno);
- raščlanjuje li barijera korito;

- materijal izgradnje barijere;
- nagib pada barijere (uzvodno i nizvodno);
- propusnost u tijelu barijere;
- uređenje obale uz barijeru;
- je li barijera održavana;
- je li korito uz barijeru održavano;
- skica nacrta barijere.

Uz podatke za barijeru, prikupljeni su i podaci o koritu:

- širina vodotoka (uzvodno i nizvodno);
- dubina vodotoka (uzvodno i nizvodno);
- supstrat vodotoka;
- vegetacija u vodotoku;
- zasjenjenost vodotoka;
- raščlanjenost vodotoka;
- okolni prostor;
- utjecaj čovjeka.

Fizikalno-kemijski parametri na barijerama nisu mjereni zbog razlike u vremenskom periodu istraživanja. Budući da se radi o velikom području, nije bilo moguće provesti uzastopno uzorkovanje fizikalno-kemijskih parametara u istom ili kraćem periodu iz kojih bi se mogla odrediti analiza utjecaja barijera na iste, tj. podaci nisu bili usporedivi.

Prikupljeni podaci su upisani u prethodno pripremljene obrasce. Svaka zabilježena umjetno nastala barijera je fotografirana (mobitelom Honor X8a) i georeferencirana (aplikacijom za mobitel Oruxmaps verzija 7.4.23).

Prikupljeni podaci su kasnije prenijeti u program Microsoft Office (Excel) te prikazani kartografski (u QGIS programu). Podaci su georeferencirani pomoću geografskog koordinatnog sustava WGS 1984 (Svjetski geodetski sustav 1984; EPSG: 4326) te kasnije pretvoreni u projekcijski koordinatni referentni sustav Republike Hrvatske (HTRS96/TM; EPSG: 3765).

## Analiza umjetnih barijera:

Pri analizi umjetnih barijera korišteni su podaci prikupljeni digitalnim i terenskim istraživanjem obavljenim u sklopu ovog projekta, kao i svi ostali dostupni podaci te podaci dobiveni na zahtjev od raznih institucija, poput Hrvatskih voda i Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije Republike Hrvatske. Cilj analize je dati što bolji pregled utjecaja pojedinih barijera na rijeku Koranu, njezinu faunu, ali i ljude. Pojedinačne analize numerički su iskazane kako bi se za svaki element mogla odrediti ocjena koja će na kraju dati ukupnu ocjenu analize barijera. Na kraju dobivena ukupna ocjena zornije će prikazati utjecaj i važnost pojedinih barijera, na osnovu čega će se donijeti prijedlog za uklanjanje.

U sklopu navedenog analizirani su sljedeći elementi:

- tipovi barijera;
- visina barijera;
- preljevanje vodotoka preko barijera;
- propusnost barijera;
- materijal izgradnje barijera i prisutnost sedre;
- održavanje barijera;
- prisutnost ujezerenja;
- prisutnost kupališta;
- prisutnost barijera na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine;
- utjecaj barijera na migracije riba
- ukupni utjecaj barijera.

Navedene analize provedene su u programu Microsoft Office (Excel) te su po potrebi prikazane kartografski u QGIS programu.

### Tipovi barijera:

Analiza tipa barijere zasniva se na podijeli u šest kategorija, prilagođenoj za rijeku Koranu:

1. brana hidroelektrane;
2. hidrotehnički objekt različite namjene;
3. brana mlina / vodenice / pilane;
4. brod (prijevod preko vode / gaz);

5. pregrada za rekreativne svrhe;
6. pregrada nepoznate namjene.

U sklopu ove analize, osim tipa barijere dodatno je određena i njezina trenutna i originalna namjena. Pri analizi tipa korišteni su terenski i digitalno prikupljeni podaci.

#### **Visina barijera:**

Analiza visine barijera zasnivala se na podacima prikupljenim terenskim istraživanjem, i to na podacima visine barijera od vodnog lica do krune barijere u nizvodnom dijelu. Navedena mjera visine predstavlja najznačajniji podatak za prijelaz životinja uzvodno.

#### **Preljevanje vodotoka preko barijera:**

Analiza prelijevanja vodotoka preko barijera provedena je pomoću podataka prikupljenih terenskim radom. Korišteni podaci uvjetovani su vremenskim periodom i vodostajem rijeke Korane.

#### **Propusnost barijera:**

Pri analizi propusnosti barijera korišteni su podaci prikupljeni terenskim radom. Propustom barijere smatrani su dijelovi barijere koji omogućuju lakši prolaz životinja nego sama barijera, npr. urušeni dijelovi barijera, bočni propusti mlinova / vodenica / pilana (važno je navesti da su kod nekih barijera mlinova / vodenica / pilana bočni propusti bili pregrađeni te kao takvi nisu uzimani u obzir) i sl.

#### **Materijal izgradnje barijera i prisutnost sedre:**

Materijal izgradnje barijera podijeljen je u pet kategorija:

1. beton – barijera u potpunosti prekrivena betonom ili građena betonom;
2. kamen – barijera većinski građena od kamena čije je vezivo prirodno ili umjetno, poput betona;
3. kamen i beton – barijera građena od kamena i betona, gdje beton zauzima više od 50 % površine, ili učvršćuje u potpunosti slapište ili krunu barijere;
4. kameni nabačaj – barijera izgrađena većinski od kamenog i stjenovitog nabačaja;
5. vreće napunjene šljunkom.

Analiza prisutnosti sedre odnosi se na podatak o njezinoj prisutnosti ili odsutnosti.

Pri analizi su korišteni podaci prikupljeni terenskim radom.

#### Održavanje barijera:

Analizom održavanja barijere su podijeljene u tri kategorije:

1. barijera je održavana;
2. barijera je djelomično održavana;
3. barijera nije održavana.

Pri analizi su korišteni podaci prikupljeni terenskim radom.

#### Prisutnost ujezerenja:

Prisutnost ujezerenja kod barijera promatrana je tijekom terenskog rada uzvodno i nizvodno od barijera. Bilježenje se provodilo procjenom faktora koji ukazuju na ujezerenje, smanjeni protok, sitnozrnati supstrat, prisutnost lentičkih makrofita itd. Pri analizi su korišteni podaci o ujezerenjima uzvodno od barijera, budući da su ista značajnija za vodotok. Na temelju podataka, barijere su podijeljene u dvije skupine: ujezerenje je prisutno i ujezerenje nije prisutno.

#### Prisutnost kupališta:

Prikupljanje podataka o prisutnosti kupališta na barijerama ima za cilj prikazati značaj barijera za lokalnu zajednicu. Pri analizi su korišteni podaci Hrvatskih voda dobiveni na zahtjev i podaci prikupljeni terenskim radom. Barijere označene kao kupališta su one na kojima su terenskim radom zabilježeni kupači ili njihovi tragovi (uređena obala, smeće, paljenje vatre i sl.).

#### Prisutnost barijera na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine:

Pri analizi prisutnosti barijera na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine korišteni su podaci računalnog / digitalnog istraživanja ortofoto karte iz 1968. godine. Cilj analize je uočiti novonastale objekte na rijeci Korani usporedbom s novijim kartama.

#### Utjecaj barijera na migracije riba:

Za analizu utjecaja barijera na migracije riba korištena je prilagođena metoda Baudoin i sur. 2014. Metoda se zasniva na procjeni uspješnosti savladavanja barijera za riblje vrste koje se svrstavaju u različite kategorije s obzirom na njihove biološke mogućnosti prelaska preko

brijera. Kategorije dijele riblje vrste u 11 skupina, a pojedine skupine imaju podskupine. Raspon kategorija se kreće od pastrvskih vrsta (lososa i velikih pastrva) koje mogu s lakoćom savladati veće prepreke, do kategorije u kojoj se nalaze male vrste riba koje ne odlikuje niti brzo plivanje niti mogućnost skakanja (npr. pijori, koljuške, gavčice). Posljednja skupina prema kategorizaciji koju su razvili Baudoin i sur. zanemarena je u našem slučaju, budući da se radi o jeguljama koje nisu prisutne u rijeci Korani (Baudoin i sur. 2014). Kategorizacija ihtiofaune rijeke Korane nalazi se u prilogu III.

Prema korištenoj metodologiji, brijere su podijeljene u dvije skupine: one čiji je nagib veći od  $56^{\circ}$  i one čiji je nagib manji od  $56^{\circ}$ . Ulagne podatke korištene pri analizi, uz nagib, čini i visina brijera od vodnog lica do krune brijere u nizvodnom dijelu. Navedeni podaci prikupljeni su terenskim istraživanjem i odnose se na vodostaj zabilježen u trenutku posjeta, stoga podaci nisu ujednačeni za sve brijere. Naposljetku, za svaku od brijera, podijeljenih u dvije skupine s obzirom na nagib, odrđena je analiza za sve kategorije riba prisutnih u rijeci Korani. Temeljem analize, brijere su svrstane u četiri kategorije:

- 1) nisko značajne brijere (brijere koje velika većina vrsta može svladati, osim manjih vrsta slabih plivača);
- 2) srednje značajne brijere (brijere koje može svladati većina vrsta riba, osim vrsta iz prethodne kategorije te dijela vrsta srednjih kategorija, ili im one mogu prolongirati migraciju);
- 3) visoko značajne brijere (brijere koje značajno ometaju prolaz za većinu vrsta riba i većinu manjih jedinki pojedinih vrsta te koje značajno prolongiraju migracije);
- 4) potpune brijere (brijere preko kojih nije moguć prijelaz za niti jednu od vrsta ihtiozajednice rijeke Korane).

Budući da riblje vrste Korane nisu jednoliko zastupljene u različitim kategorijama, odrđena je i analiza ponderiranih vrijednosti kategorija s ciljem dobivanja što preciznijih podataka o utjecaju brijera na migracije riba, ali i ostalih skupina životinja.

#### [Analiza ukupnog utjecaja brijera:](#)

Pri analizi ukupnog utjecaja brijere uzeti su u obzir rezultati svih prethodnih analiza, pridodane su im numeričke ocjene te je dobivena ukupna ocjena za svaku brijeru. Dodijeljene numeričke ocjene ovise o tipu analize i njezinim rezultatima. Tako je npr. pri analizi prelijevanja

barijerama koje se prelijevaju dodijeljena ocjena 0, barijerama koje se dijelom prelijevaju ocjena 1, a onima koje ne prelijevaju ocjena 2. Kod analize prisutnosti sedre, barijerama na kojima je bila prisutna sedra dodijeljena je ocjena nula, dok je onima bez sedre dodijeljena ocjena jedan, itd. (tablica 1). Raspon ukupne ocjene je od 0 do najviše moguće 21. Što je ocjena viša to je utjecaj barijere značajniji i obrnuto, što je ocjena manja utjecaj barijere je manje značajan. Navedena analiza ukupnog utjecaja identificirati će najproblematičnije barijere na rijeci Korani, na temelju čega će se dati prijedlog za uklanjanje ili ublaživanje utjecaja.

Tablica 1. Prikaz postupka ocjenjivanja pri analizi ukupnog utjecaja barijera

Tip analiziranih podataka	Raspon ocjena	Ocenjivanje
visina barijere (nizvodno)	0-3	izmjerena visina u metrima
ujezerenje (uzvodno)	0-1	nije prisutno 0; prisutno 1
preljevanje	0-2	prisutno 0; djelomično prisutno 1; nije prisutno 2
materijal brane	0-3	kamen 0; kameni nabačaj te kamen i beton 1; beton 2; vreće napunjene šljunkom 3
propusti	0-1	prisutni 0; nisu prisutni 1
DOF 1968	0-1	barijera prisutno 0; nije moguće ocijeniti 0,5; nije prisutna 1
kupališta	0-1	prisutno 0; nije prisutno 1
sedra na barijeri	0-1	prisutna 0; nije prisutna 1
ocjena utjecaja na migracije riba	0-4	nije moguće ocijeniti 0; nisko značajna barijera 1; srednje značajna barijera 2; visoko značajna barijera 3; potpuna barijera 4
ponderirana ocjena utjecaja na migracije riba	0-4	nije moguće ocijeniti 0; nisko značajna barijera 1; srednje značajna barijera 2; visoko značajna barijera 3; potpuna barijera 4

## Rezultati:

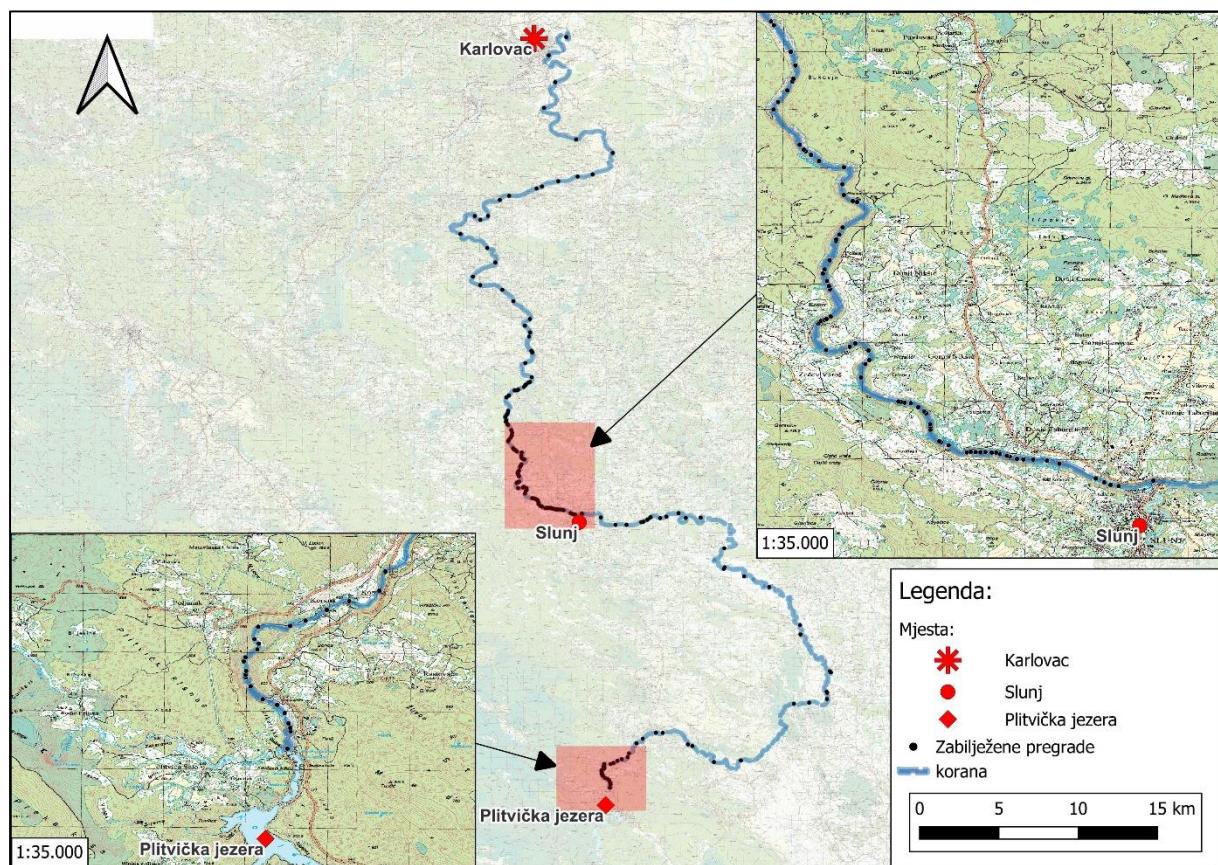
### Istraživanje umjetnih barijera:

Provedenim istraživanjem dobiveni su sljedeći rezultati:

- 1) Ukupno je pomoću topografske karte i digitalne ortofoto karte zabilježena 181 pregrada na koritu Korane (prirodna ili umjetna).
- 2) Ukupno je pregledom topografske karte zabilježen 21 mlin / vodenica uz tok rijeke Korane.
- 3) Ukupno je pregledom povijesne topografske karte iz Austro-Ugarske zabilježeno 59 mlinova / vodenica uz tok rijeke Korane, te dvije građevine koje pregrađuju rijeku.
- 4) Prema dostupnim podacima Hrvatskih voda s njihova web portala zabilježeno je 36 pregrada.
- 5) Prema podacima Hrvatskih voda o građevinama, dostavljenim na zahtjev, utvrđeno je 112 objekta na koritu.
- 6) Terenskim istraživanjem zabilježeno je 74 umjetno nastalih pregrada.

### 1) Pregled topografske karte i digitalne ortofoto karte:

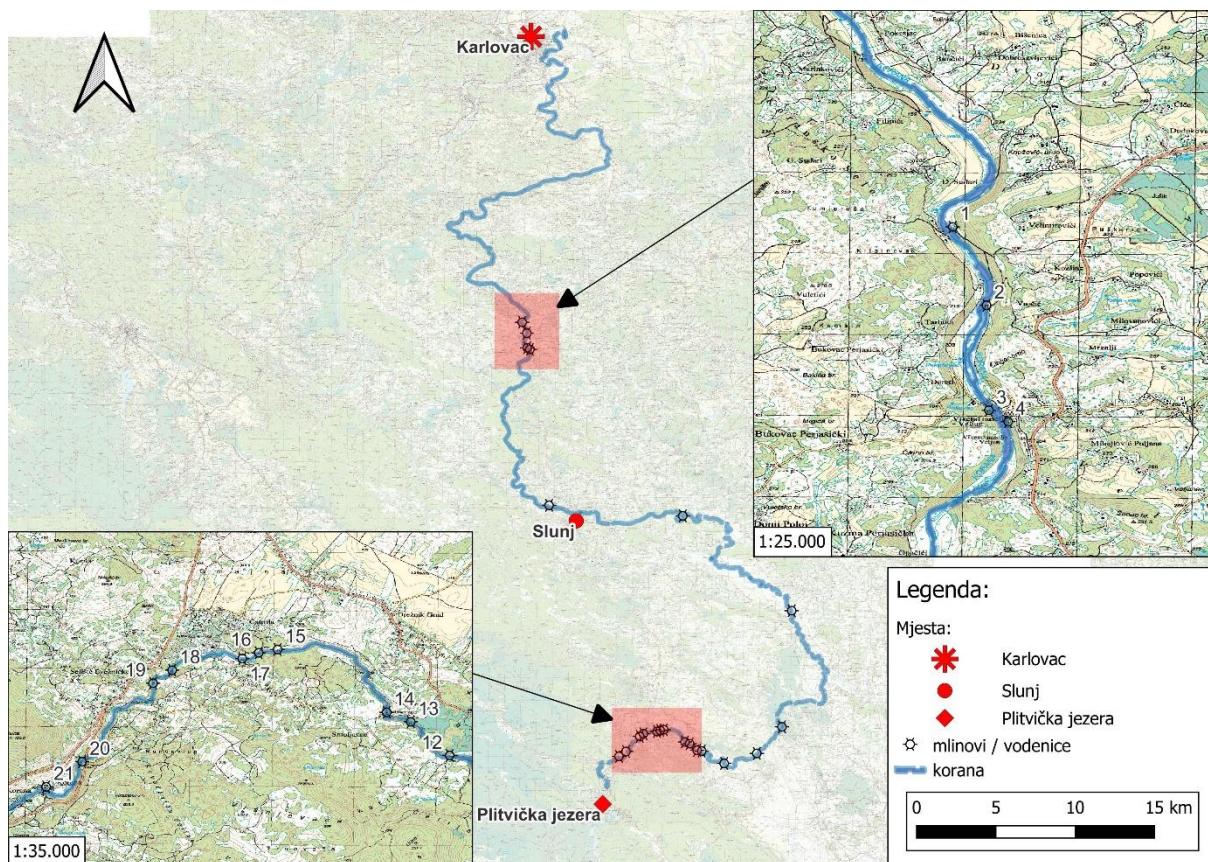
Pregledom topografske karte (TK) 1:25 000 i digitalne ortofoto karte (DOF) zabilježena je 181 potencijalna pregrada na koritu rijeke Korane (DOF 174, TK 106) (slika 6). Od toga, sedam pregrada s TK karte nije zabilježeno na DOF karti, a isto tako 75 pregrada s DOF karte nije zabilježeno na TK karti. Važno je pripomenuti da je ova analiza obuhvaćala i prirodne pregrade (kaskade, naplavine i sl.). Također, poglavito kod DOF analize, moglo je doći do propusta u smislu nebilježenja pregrade ili lažnog bilježenja pregrade. Nadalje, postoji mogućnost da pregrade označene na topografskoj karti više ne postoje na označenom mjestu ili su se pomaknule.



Slika 6. Kartografski prikaz pregrada zabilježenih analizom digitalne ortofoto karte i topografske karte mjerila 1:25 000

## 2) Pregled mlinica / vodenica na Topografskoj karti:

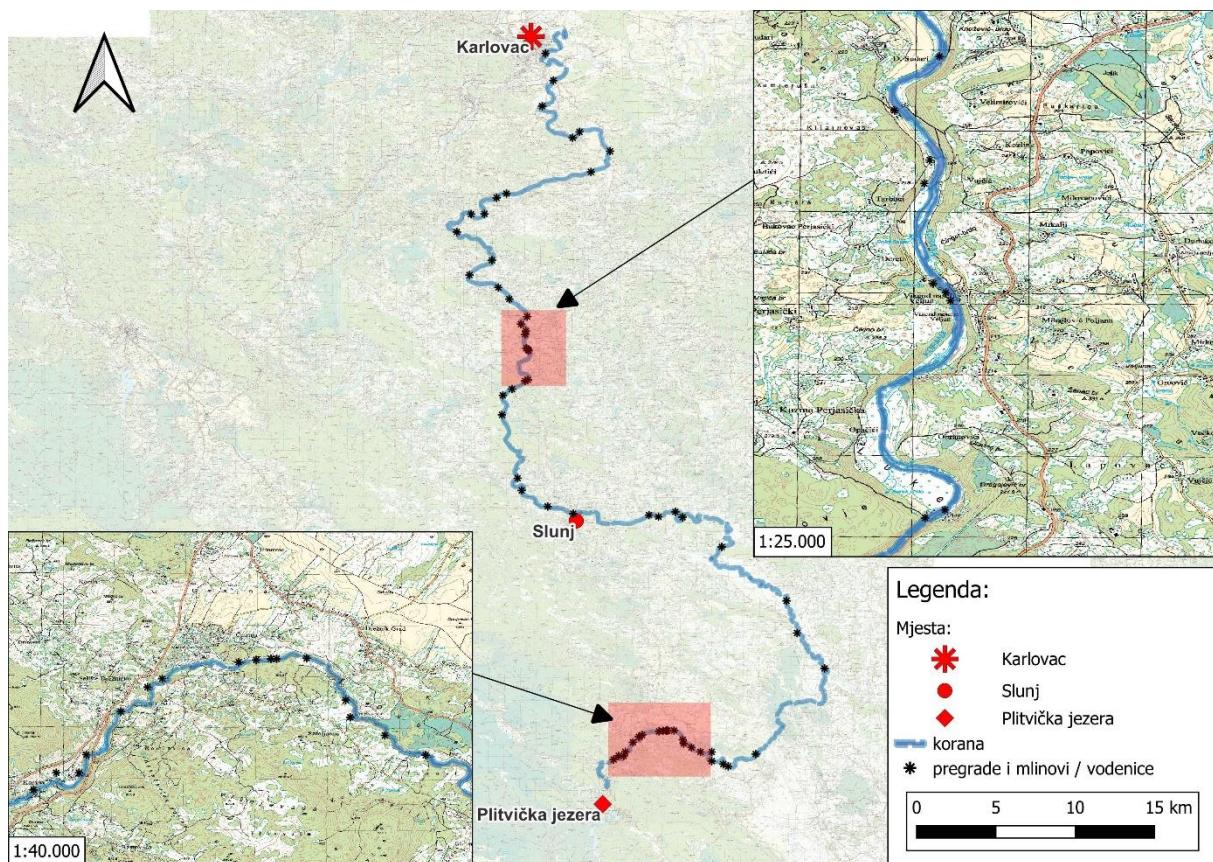
Pregledom označenih mlinica / vodenica na Topografskoj karti Hrvatske u mjerilu 1:25 000 zabilježena je ukupno 21 mlinica / vodenica (slika 7). Najviše označenih mlinica / vodenica zabilježeno je nešto nizvodnije od početka rijeke Korane (slapa Sastavci u Plitvičkim jezerima) te kod mjesta Veljun. Označeni mlinovi / vodenice ne moraju biti odraz pravog stanja na terenu, ali vrijedi i obrnuto, tj. recentni mlinovi / vodenice nisu nužno ucrtni u istraživanu kartu.



Slika 7. Pregled analize označenih mlinova / vodenica na Topografskoj karti u mjerilu 1:25 000

### 3) Pregled mlinca / vodenica i barijera na topografskoj karti iz Austro-Ugarske:

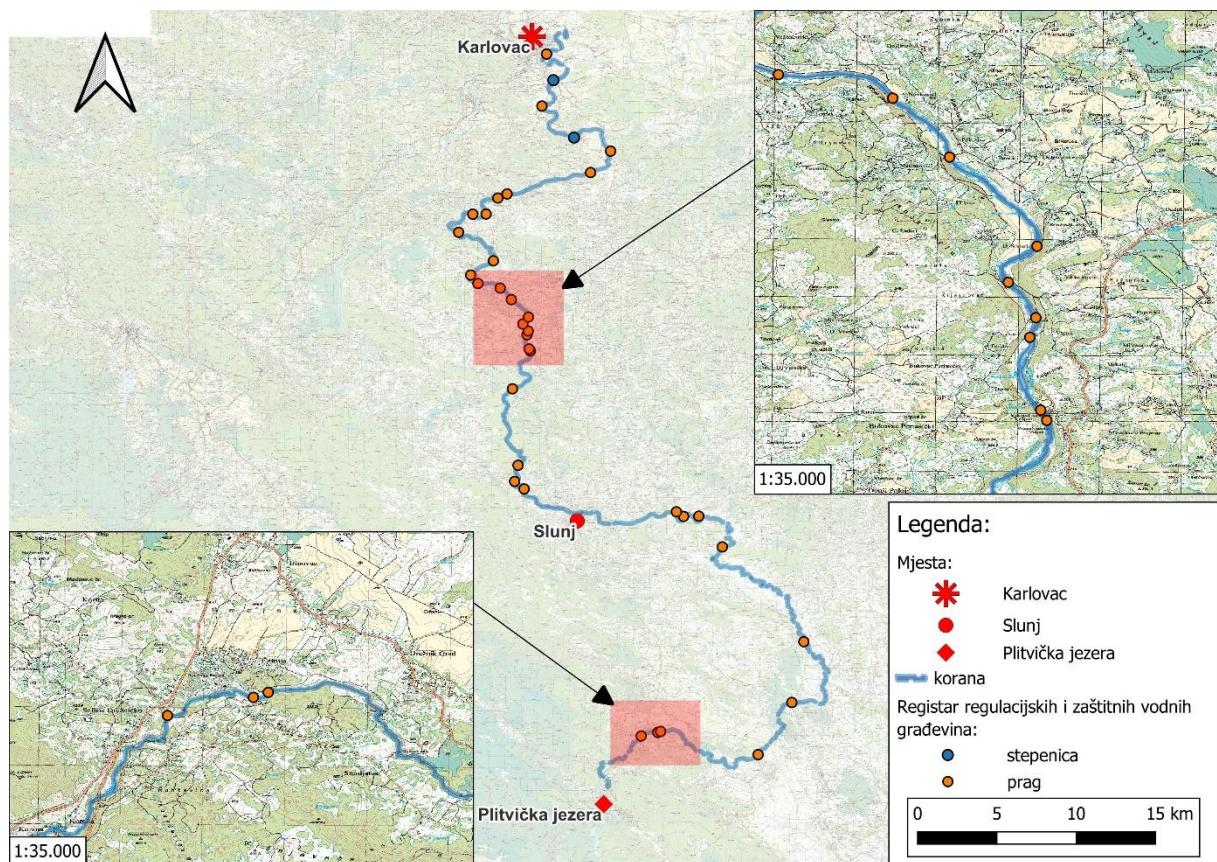
Pregledom dostupnih starijih karata, tj. u našem slučaju topografske karte treće vojne izmjere Austro-Ugarske (francjozefinska izmjera) u mjerilu 1:25 000, zabilježen je ukupno 61 objekt na koritu rijeke Korane (slika 8). U većini slučajeva radi se o mlinicama / vodenicama koje ujedno imaju ucrtanu i vlastitu barijeru, na tri lokaliteta o mlinici / vodenici bez ucrtane barijere te o jednoj barijeri bez ucrtane mlinice / vodenice.



Slika 8. Prikaz analize mlinova i barijera zabilježenih na topografskoj karti treće vojne izmjere Austro-Ugarske prikazan na Topografskoj karti 1:25 000.

#### 4) Podaci Hrvatskih voda s njihova web portala:

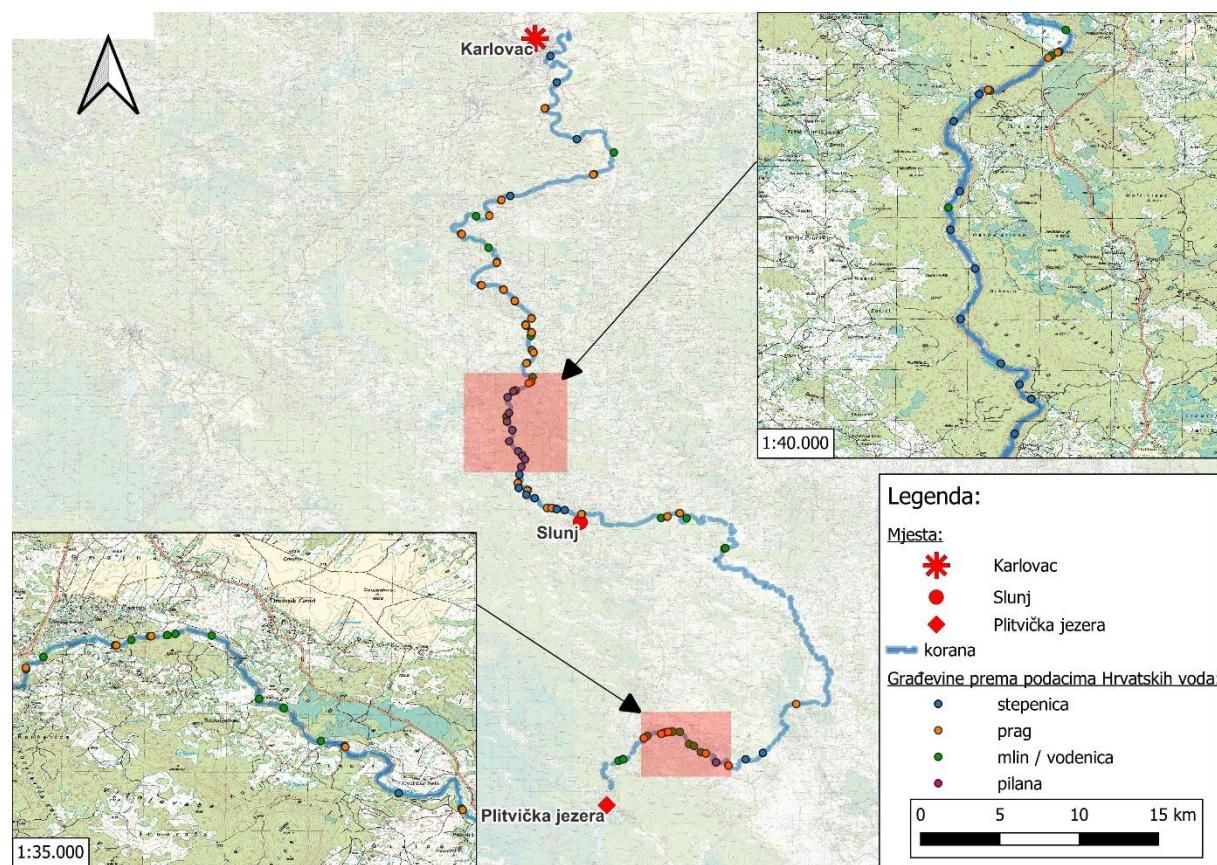
Pregledom podataka iz registra regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina dostupnih putem GeoPortala Hrvatskih voda, zabilježeno je ukupno 36 građevina na koritu rijeke Korane (slika 9). Od toga se u 34 slučaja radi o riječnom pragu, dok se u preostala dva slučaja radi o riječnoj stepenici. Važno je napomenuti da, iako na GeoPortalu postoje podaci za brane mlinova, niti jedna takva nije naznačena na području rijeke Korane.



Slika 9. Prikaz građevina zabilježenih putem GeoPortala Hrvatskih voda, iz registra regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina

### 5) Podaci Hrvatskih voda o građevinama, dostavljeni na zahtjev:

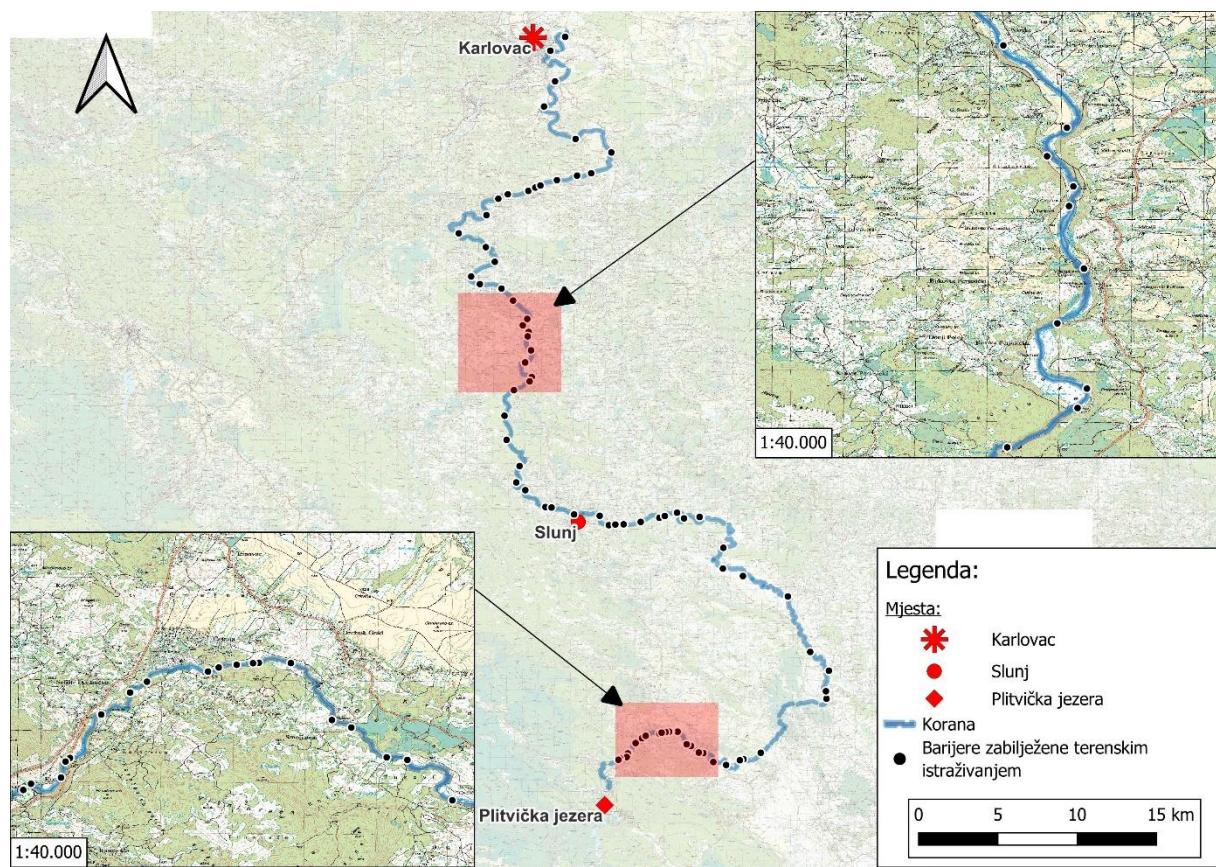
Od Hrvatskih voda zatraženi su podaci o građevinama na koritu rijeke Korane, te su sukladno navedenom zahtjevu dobiveni podaci proizašli iz analize hidromorfoloških pritisaka u Planu upravljanja vodnim područjima do 2027. Temeljem navedenih podataka na koritu rijeke Korane zabilježeno je sljedeće: 23 riječne stepenice, 31 prag, 57 mlinova / vodenica i jedna pilana (slika 10). Ukupno je na području rijeke Korane zabilježeno 112 građevina. Važno je napomenuti kako se na pojedinim lokalitetima nalaze grupe građevina, pa tako najčešće mlinovi / vodenice dolaze u paru (svaka s jedne strane obale) te se uz njih veže prag, a rijetko i stepenica. Također, prema navedenim podacima na rijeci Korani zabilježeno je devet kupališta.



Slika 10. Prikaz odabranih građevina temeljem podataka dobivenih na zahtjev od Hrvatskih voda (podaci proizašli iz analize hidromorfoloških pritisaka u Planu upravljanja vodnim područjima do 2027.)

## 6) Podaci o barijerama prikupljeni terenskim istraživanjem:

Terensko istraživanje provedeno je od svibnja do kolovoza, ukupno je posjećeno više od sto lokacija, a zabilježene su 74 barijere (slika 11). Važno je napomenuti da su istraživanjem bilježene samo umjetno nastale barijere, no pojedine su barijere izgrađene na prirodno nastalim ili dogradnjom prirodno nastalih barijera. Nadalje, pojedine umjetne barijere nisu zabilježene ovim istraživanjem zbog nedostupnosti (ograđene kao privatno zemljište, minski sumnjivo područje...).



Slika 11. Prikaz lokacija umjetnih barijera zabilježenih terenskim istraživanjem

U sklopu terenskog istraživanja posjećene su lokacije zabilježene digitalnom analizom (rezultati pregleda recentnih i povijesnih karata te podataka Hrvatskih voda) te su ovisno o prisutnosti umjetnih barijera iste zabilježene. Isto tako, ukoliko se radilo o podacima Hrvatskih voda (dostupnim putem njihovog web portala ili dobivenim na zahtjev), zabilježeno je postoji li doista navedena građevina na terenu. Tako su zabilježene tri barijere koje više ne postoje ili nisu uočljive na terenu (zatrpanjanje sedimentom, urušavanje...). Isto tako, terenskim

istraživanjem zabilježeno je, poglavito u području kanjona Korane nizvodno od Slunja, pogrešno označavanje prirodnih slapova i kaskada riječnim stepenicama.

## Analiza umjetnih barijera:

Tipovi zabilježenih barijera:

Zabilježene barijere svrstane su u šest skupina (prilog IV):

- 1) Brana hidroelektrane: 1
- 2) Hidrotehnički objekt različite namjene: 4
- 3) Brana mlinu / vodenice / pilane: 53
- 4) Brod (prijelaz preko vode / gaz): 1
- 5) Pregrada za rekreativne svrhe: 9
- 6) Pregrada nepoznate namjene: 6

Za pojedine barijere poznata je izvorna namjena, no naknadnim održavanjem zadobile su novu namjenu. Primjer toga je mlin kod Ladvenjaka (restoran Karan) (slika 12).



Slika 12. Barijera kod Ladvenjaka (restoran Karan) koja je bila izgrađena u svrhu preusmjeravanja vode k mlinu, a danas ima drukčiju funkciju

Većinu zabilježenih pregrada čine brane mlinova / vodenica / pilana, raznih visina i stanja s obzirom na održavanje. Brane mlinova / vodenica / pilana najčešće su izgrađene u obliku slova „V“, s po jednim mlinom sa svake strane korita (slika 13), ili u obliku ravne linije koso položene na tok korita, s jednim mlinom. U gornjim dijelovima Korane brane, pak, okomito preprečuju korito te se mlin / vodenica / pilana nalazi samo s jedne strane korita.



Slika 13. Primjer brane mlina u obliku slova „V“ s po jednim mlinom na svakoj strani korita

Pojedine brane mlinova / vodenica / pilana su u ruševnom stanju, zatrpane sedimentom, zarasle ili dijelom odlomljene, i to poglavito u dijelu gornjeg toka Korane koji presušuje. Za dvije brane mlinova / vodenica zabilježeno je da su u potpunosti urušene (slika 14). Također, uvidom u Geoportal kulturnih dobara Republike Hrvatske ([geoportal.kulturnadobra.hr](http://geoportal.kulturnadobra.hr) 2024) zabilježeno je kako se samo dva mлина / vodenice / pilane nalaze u nekoj kategoriji zaštite. Radi se o jednom mlinu i jednoj pilani (Špoljarićev mlin i Špoljarićeva pilana). Od ostalih zaštićenih objekata niti jedan se ne nalazi na samoj rijeci Korani već ili neposredno uz nju ili u potpunosti udaljen.



Slika 14. Primjer urušene barijere (brana mlini)

Zabilježene su i razne barijere podignute u rekreativne svrhe (kupanje, plovidba...), najčešće izgrađene od kamena i nepovezane (slika 15). Pojedine barijere ovog tipa vezane su betonom te ih možemo smatrati trajnijim barijerama. Također, zabilježene su barijere čija je namjena nepoznata, a može se raditi o branama izgrađenim u svrhu rekreatije, riječnim stepenicama i pragovima tj. hidrotehničkim objektima.

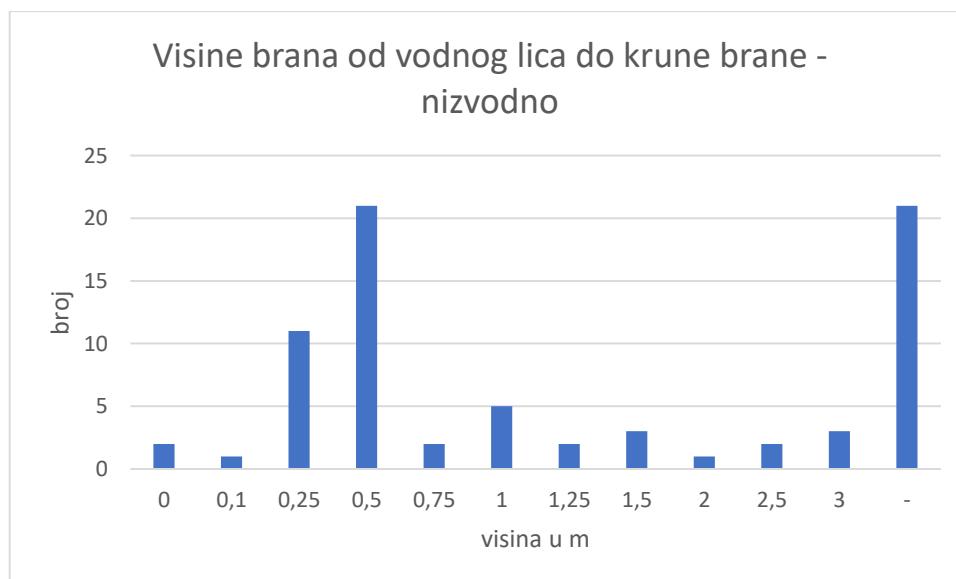


Slika 15. Barijera rekreativne namjene izgrađena od vreća napunjениh šljunkom

### Visina barijera:

Za visinu barijera korišteni su podaci o procijeni visine barijera od vodnog lica do krune barijere u nizvodnom dijelu (prilog IV). Ostali podaci nisu korišteni u analizi budući da je prvi podatak najrelevantniji za procjenu mogućnosti prijelaza akvatičkih životinja preko barijere.

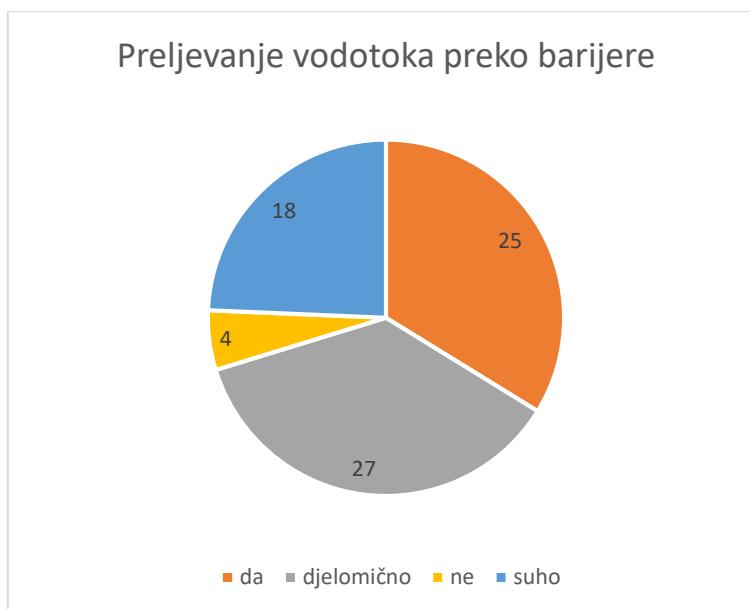
Analiza procijenjenih visina barijera od vodnog lica do krune barijere (nizvodno) pokazala je da se sve barijere svrstavaju u niske brane (brane niže od 10 m visine). Najčešća visina je ona od 0,5 m (28,38 %; 21 barijera), slijedi ju visina od 0,25 m (14,86 %; 11 barijera). Za nešto više od  $\frac{1}{4}$  barijera nije bilo moguće odrediti visinu od vodnog lica jer su se nalazile u suhom koritu (28,38 %; 21 barijera). Najviša procijenjena visina barijere od vodnog lica do krune nasipa je 3 m i zabilježena je u tri slučaja (slika 16).



Slika 16. Grafički prikaz visina barijera, oznaka minus odnosi se na barijere koje su se nalazile u suhom koritu

### Preljevanje vodotoka preko barijera:

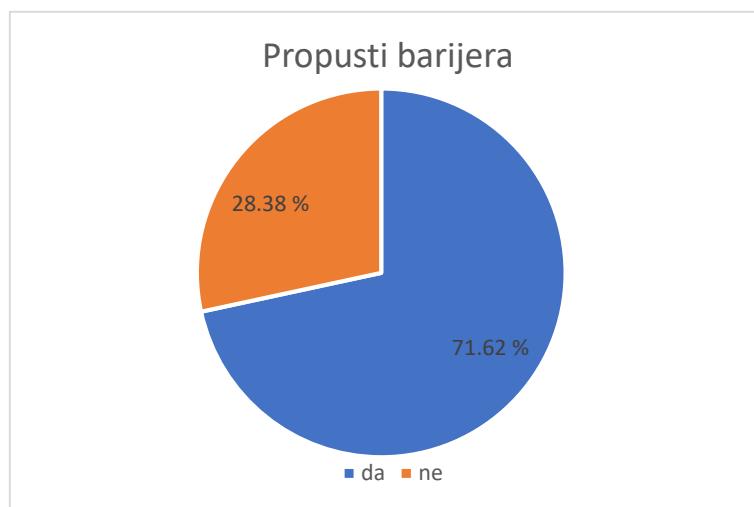
Podaci o preljevanju vodotoka preko barijera ukazuju na to da se Korana u većini slučajeva preljeva preko barijera (u potpunosti ili djelomično), i to u 70,27 % slučajeva. Samo u četiri slučaja Korana se ne preljeva preko barijera, pri čemu se u dva slučaja radi o porušenim branama. Također, važno je napomenuti kako preljevanje preko barijera ovisi o visini vodostaja, pa je u slučaju izrazito niskih vodostaja moguće da ne dolazi do preljevanja preko barijera i obrnuto. Za 18 barijera nije bilo moguće zabilježiti dolazi li do preljevanja, budući da su se u trenutku istraživanja nalazile u suhom koritu (slika 17; prilog V).



Slika 17. Grafički prikaz podataka o preljevanju vodotoka preko barijere

### Propusti barijera:

Istraživanjem je zabilježeno da 53 barijere (71,62 % slučajeva) imaju neki oblik bočnih ili sl. propusta (područja manjih nagiba, prijelaza u uzvodni dio korita preko barijere), dok 21 barijera nema nikakav bočni ili sl. propust, tj. ravnomjerno pregrađuje korito (slika 18). Najčešći oblik propusta su bočni propusti za mlinska / vodenička kola. Nadalje, prisutni su i propusti od urušenih dijelova barijera (slika 19; prilog V).



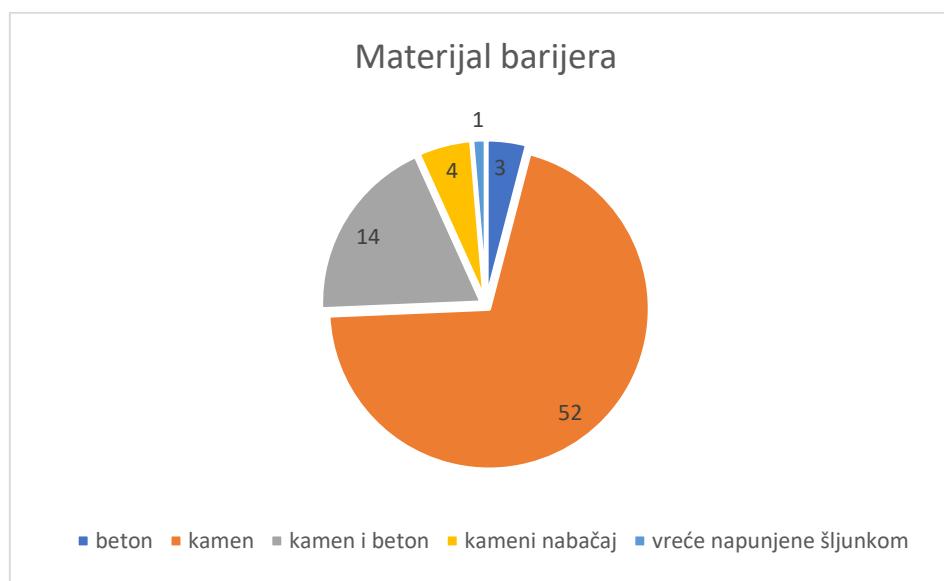
Slika 18. Grafički prikaz podataka prisutnosti bočnih i sl. propusta na istraživanim barijerama



Slika 19. Primjer bočnog propusta za mlinsko / vodeničko kolo

### Materijal barijera i prisutnost sedre:

Tip materijala kod zabilježenih barijera podijeljen je u pet skupina. Najčešći materijal koji gradi barijere je kamen (52 barijera), dok je iza njega najčešća mješavina betona i kamena (14 barijera) u nekom od oblika (podnožje od betona, kruna od betona, većina veziva od betona i sl.). Uz navedene, javljaju se još i kameni nabačaj (4; slika 12), beton (3) i vreće napunjene šljunkom (1; slika 20; prilog V).

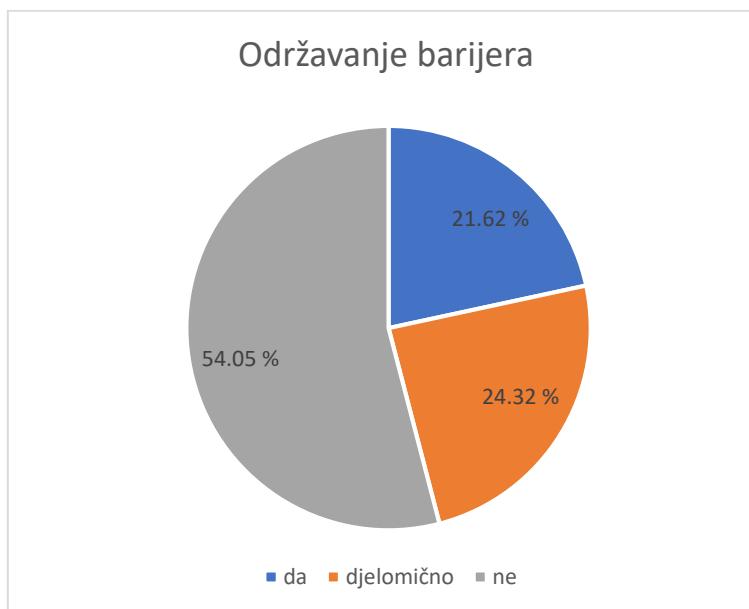


Slika 20. Grafički prikaz zastupljenosti različitih tipova materijala od kojih su barijere izgrađene

Terenskim istraživanjem je zabilježena prisutnost sedre na barijerama. Tako je na 48 barijera (64,86 %) zabilježen neki oblik sedre, dok na ostalih 26 barijera (35,14 %) nije zabilježena sedra, ali ju nije moguće isključiti. Značajne količine sedre zabilježene su na gornjem toku Korane i dijelu Korane nizvodno od Slunja.

### Održavanje barijera:

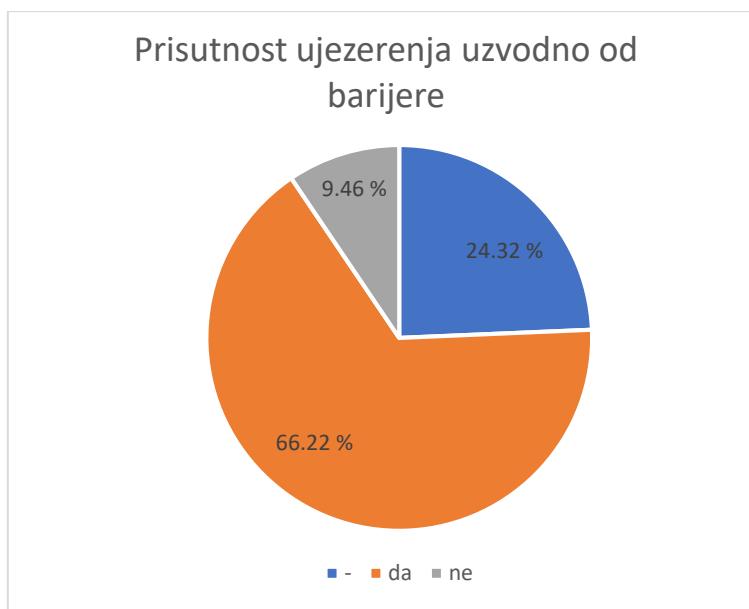
Pregledom 74 barijere na rijeci Korani za svaku je procijenjen status s obzirom na održavanje. On se kreće od neodržavanih (na barijeri nije bilo većih zahvata unazad 10-ak godina), djelomično održavanih (na barijeri je bilo zahvata poput manjih betoniranja krune, betoniranja dijelova barijere, održavanja propusta barijere...), do onih koje su održavane (veći zahvati poput betoniranja cijele krune barijere, većine spojeva barijere, potpune rekonstrukcije propusta barijere...). Uočeno je kako većina barijera nije održavana (54,05 %; 40 barijera), četvrtina ih je dijelom održavana (24,32 %; 18 barijera), dok je najmanje održavanih barijera (21,62 %; 16 barijera) (slika 21; prilog V). Važno je napomenuti kako se ovdje radi o procjeni te za pojedine barijere održavanje može biti različitog karaktera. Na primjer, nasute barijere se smatraju održavanim ako ih se redovno ponovo nasipava.



Slika 21. Grafički prikaz statusa održavanja barijera

### Prisutnost ujezerenja:

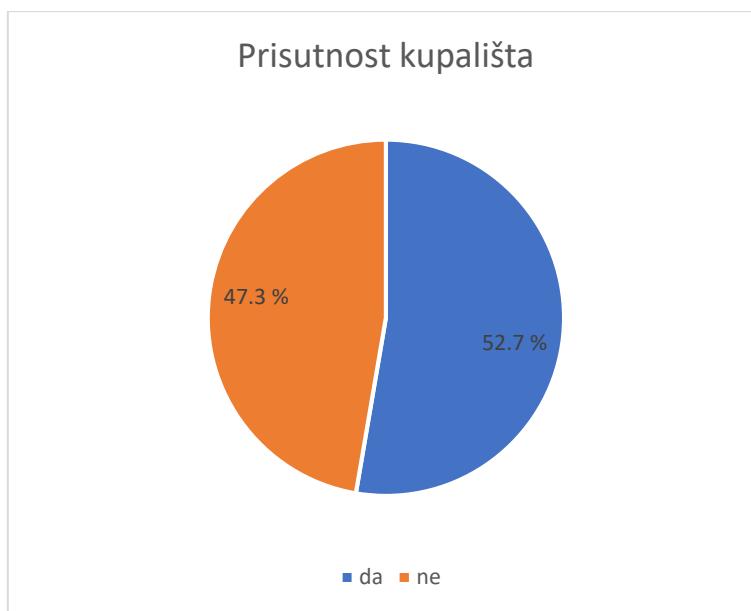
Istraživanjem je procijenjena prisutnost ujezerenja, tj. akumulacije koja se javlja u koritu uzvodno od barijere. Procjena je vršena na osnovu podataka o proširenju korita u području ujezerenja, u usporedbi sa širinom korita uzvodnjeg dijela. Također, procijenjena je prisutnost lotičkih / lentičkih uvjeta (dubina, vrste makrofita, sediment...). Iz navedenog je uočeno kako se ujezerenje javlja kod 66,22 % barijera (49 barijera), u 24,32 % slučajeva procjena nije bila izvršena jer su se barijere nalazile u suhom koritu, dok u 9,46 % situacija (7 barijera) nisu uočena ujezerenja ili uvjeti slični ujezerenju (slika 22; prilog V).



Slika 22. Grafički prikaz prisutnosti ujezerenja uzvodno od barijera, oznaka minus odnosi se na barijere koje su se nalazile u suhom koritu

### Kupališta:

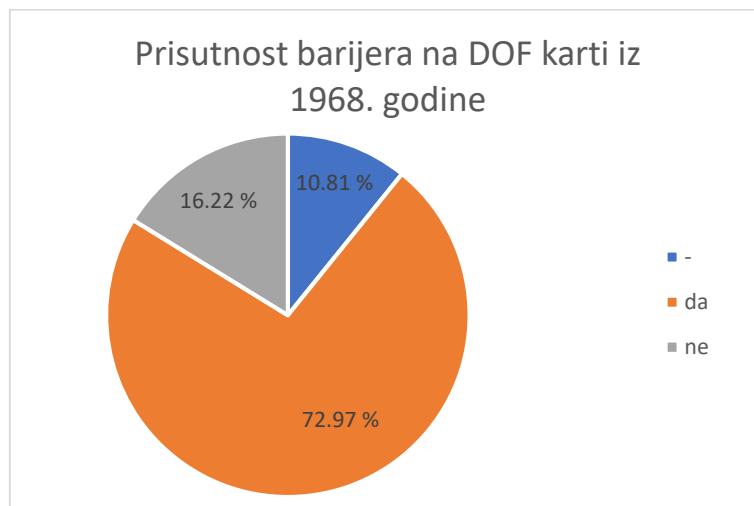
Istraživanjem prisutnosti kupališta na području barijera (uzvodno i nizvodno) zabilježeno je sljedeće: uz 39 barijera (52,7 %) zabilježen je neki oblik kupališta, dok uz 35 barijera (47,3 %) nije zabilježen nikakav oblik kupališta (slika 23; prilog V). Važno je napomenuti da činjenica da na nekoj lokaciji nije zabilježen nikakav oblik kupališta ne znači nužno da je moguće isključiti njegovu prisutnost. Veći dio barijera kraj kojih nije zabilježeno kupalište nalazi se na suhom dijelu korita ili na teško dostupnim lokacijama. Iz podataka Hrvatskih voda dobivenih na zahtjev zabilježeno je devet kupališta.



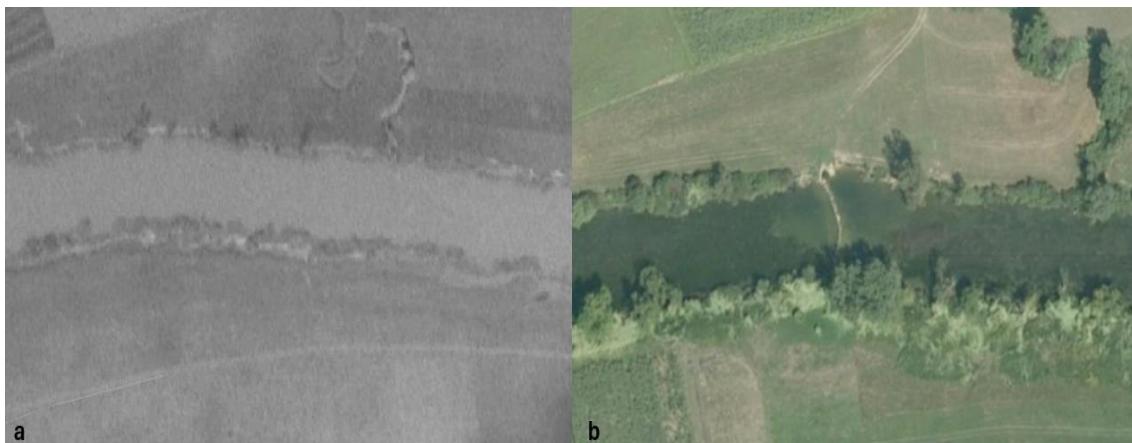
Slika 23. Grafički prikaz prisutnosti kupališta na području barijera

### Prisutnost barijera na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine:

Analizom digitalne ortofoto (DOF) karte iz 1968. godine uspoređivana je prisutnost ili odsutnost barijera s podacima prikupljenim terenskim istraživanjem. Zabilježeno je da je 72,97 % barijera (njih 54) bilo prisutno na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine, dok njih 16,22 % (12 barijera) nije bilo prisutno te je moguće da se radi o novoizgrađenim objektima (slika 24; prilog V). Preostalih 10,81 % (8 barijera) nije bilo moguće ocijeniti, jer se nalaze na dijelu karte koji je u sjeni ili van granice DOF karte (pogranično područje). Također, važno je spomenuti kako je digitalna ortofoto karta iz 1968. god. za područje Korane snimana u vrijeme visokih voda, zbog čega nije moguće u potpunosti točno zaključiti da li neke barijere zaista nema ili je potopljena (slika 25).



Slika 24. Grafički prikaz prisutnosti barijera na digitalnoj ortofoto karti iz 1968. godine

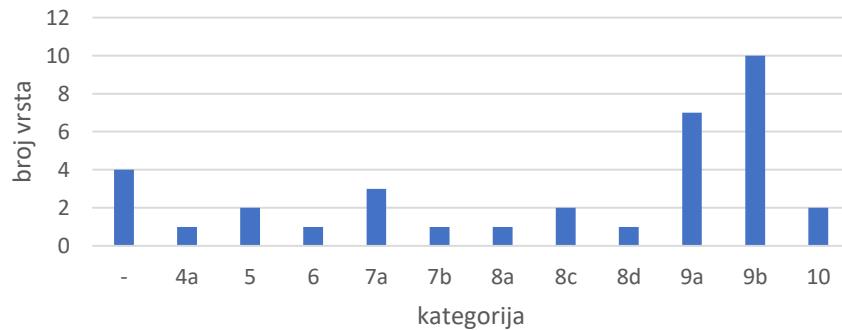


Slika 25. Primjer barijere odsutne na DOF karti iz 1968. (a), a prisutne na DOF karti iz 2011. god. (b)

### Utjecaj barijera na migracije riba:

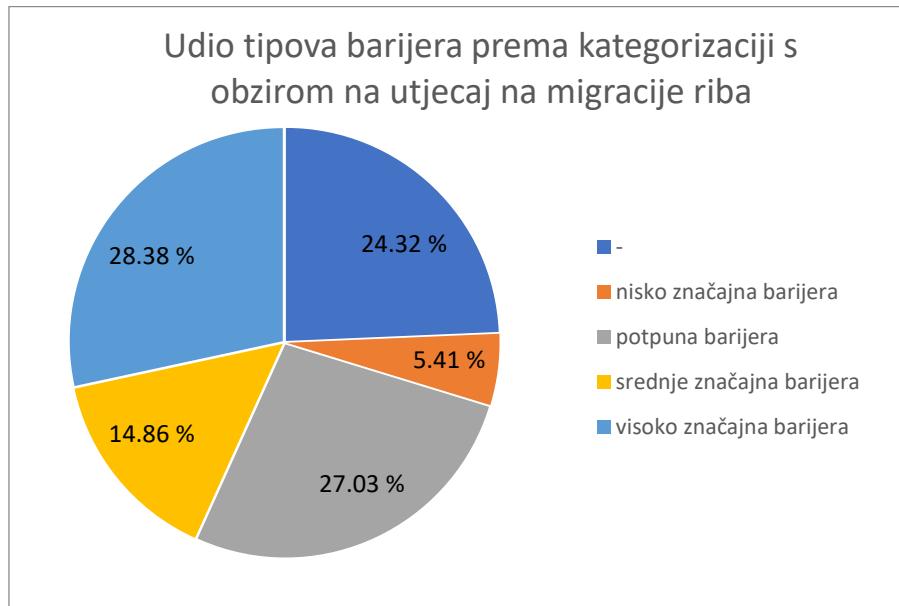
Kategorizacijom ribljih vrsta s obzirom na sposobnost prelaska prepreka / barijera (Baudoin i sur. 2014) utvrđeno je kako najveći broj vrsta spada u kategoriju 9b (10 vrsta; 28,57 %), kategoriju koja u sebi sadrži većinom male vrste riba poput vijuna (*Cobitis*), krkuša (*Gobio* i *Romanogobio*) i peševa (*Cottus*). Druga po zastupljenosti je grupa 9a (7 vrsta; 20 %) koja sadrži ribe manje do srednje veličine, najčešće iz porodice šaranki: uključujući (*Alburnus*), bodorke i ploticu (*Rutilus*). Treća po zastupljenosti je kategorija 7a (3 vrste; 8,57 %) koju čine veće reofilne šaranke poput mrene (*Barbus*), podusta (*Chondrostoma*) i običnog klena (*Squalius*). Od značajnih preostalih kategorija, tu su kategorije za salmonidne vrste 4a (pastrve *Salmo*) i 6 (lipljen *Thymallus*) te kategorija 5 u koju ubrajamo brze, predatorske vrste (štuku *Esox* i bolena *Aspius* / *Leuciscus*) (slika 26). Prve dvije navedene kategorije, 4a i 6, jedine sadrže vrste „skakače“, tj. vrste koje mogu iskakati u vis iz vode preko barijera, dok sve ostale vrste nemaju takvu mogućnost ili ona nije značajna. Četiri vrste (*H. hucho*, *V. vimba*, *S. glanis* i *L. gibbosus*) nisu svrstane niti u jednu kategoriju. Prve dvije vrste ipak je moguće svrstati prema sličnosti ekologije u neku od skupina, no to u ovoj analizi nije napravljeno zbog preklapanja njihove ekologije s više od jedne kategorije. Pojedine vrste svrstane su u kategorije prema sličnosti, pa je tako potočna mrena (*B. balcanicus*) svrstana u kategoriju 9a u kojoj se nalazi njoj ekološki slična vrsta *Barbus meridionalis* Risso, 1827. Cijeli popis kategoriziranih vrsta moguće je pronaći u Prilogu III.

Zastupljenost riba Korane prema kategorizaciji  
ribljih vrsta s obzirom na sposobnost prelaska  
prepreka / barijera



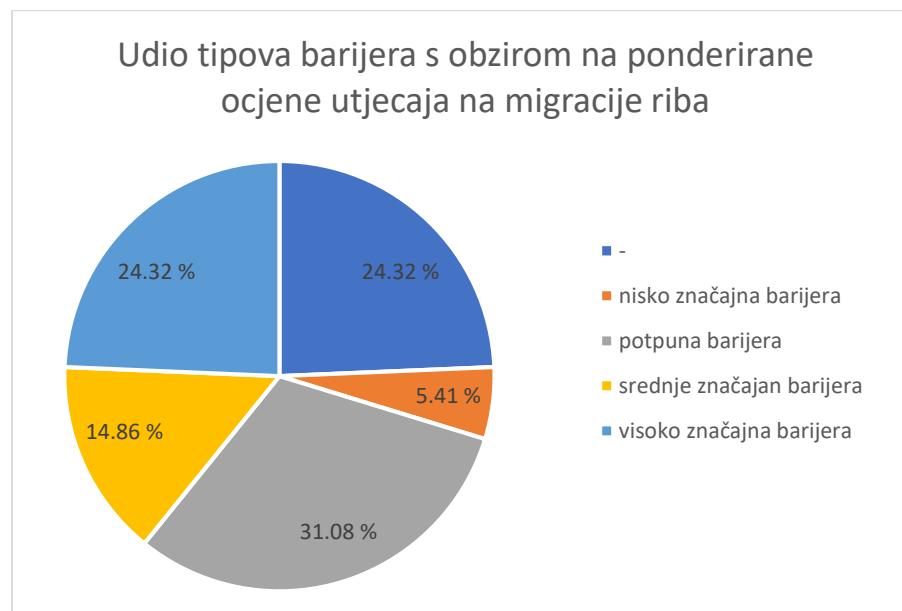
Slika 26. Zastupljenost ihtiofaune Korane prema kategorizaciji ribljih vrsta s obzirom na sposobnost prelaska prepreka / barijera

Analizom utjecaja barijera na migracije riba (Baudoin i sur. 2014) utvrđeno je kako najveću skupinu, koja broji njih 21 (28,38 %), čine barijere visoko značajne za prolaz riba (barijere koje značajno ometaju prolaz za većinu vrsta riba te većinu manjih jedinki pojedinih vrsta). Druge po zastupljenosti, s 20 objekata (27,03 %), su potpune barijere (barijere preko kojih nije moguć prolaz za niti jednu od vrsta ihtiozajednice rijeke Korane). Sljedeće su srednje značajne barijere za prolaz riba, tj. barijere koje može svladati većina vrsta riba (11 barijera; 14,86 %). Posljednje po zastupljenosti, s udjelom od 5,41 % (4 barijera), su nisko značajne barijere za ribe, tj. barijere koje velika većina vrsta može svladati. Također, za 24,32 % barijera nije dana ocjena, budući da su se te barijere u trenutku istraživanja nalazile u suhom koritu (slika 27; prilog V). Važno je navesti da se navedene ocijene utjecaja na migracije riba mogu mijenjati s obzirom na više čimbenika, od kojih je najvažniji vodostaj. Naime, u analizi su korišteni podaci prikupljeni terenskim istraživanjem u proljetnom i ljetnom periodu kada je i vodostaj prosječan ili niži, dok bi za više, ali i niže, vodostaje ocjena bila drukčija. Također, kako bi se ocjenjivanje pojednostavilo, nisu korišteni podaci o propustima barijera koji predstavljaju značajne staze za prolaz riba i drugih organizama.

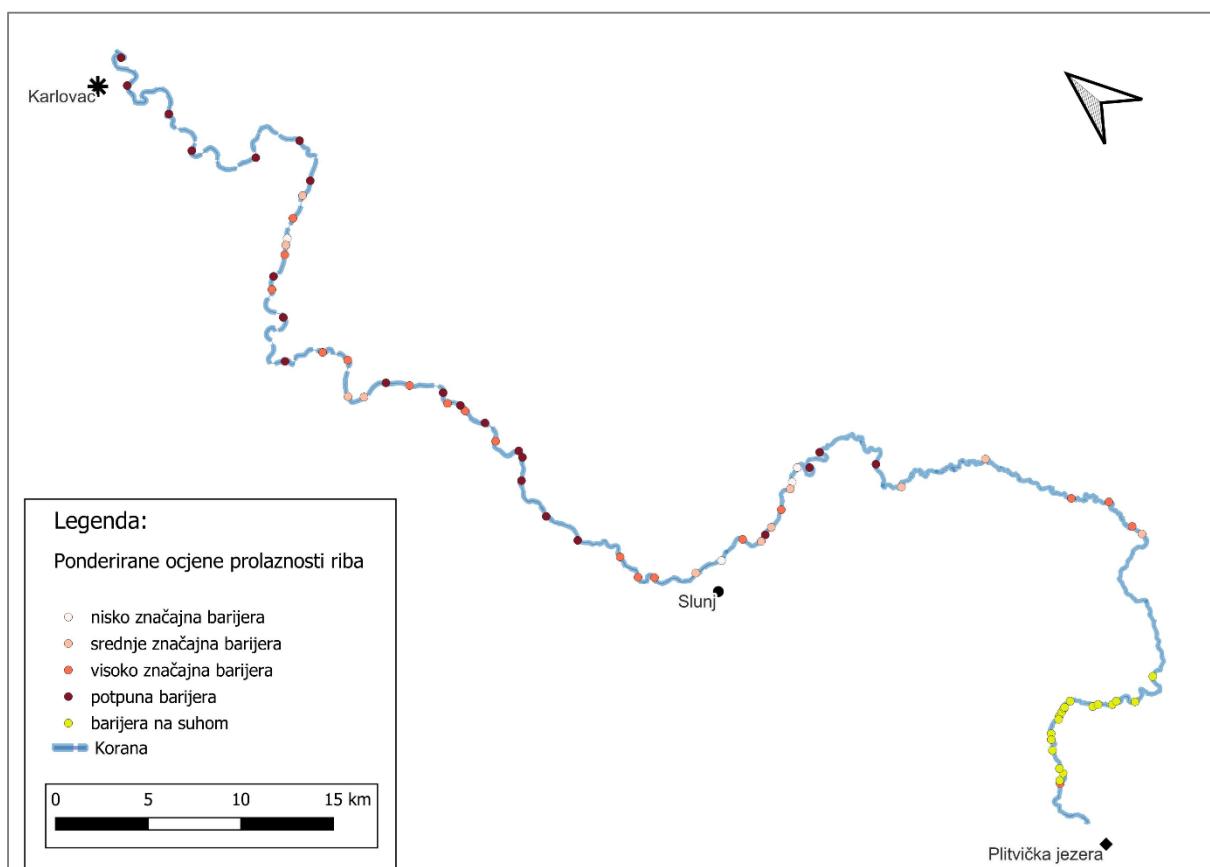


Slika 27. Grafički prikaz udjela tipova barijera prema kategorizaciji s obzirom na utjecaj na migracije riba

Uvrstimo li u analizu podatke o zastupljenosti ribljih vrsta prema kategorizaciji s obzirom na sposobnost prelaska prepreka / barijera (slika 26), možemo dobiti nešto realniju procjenu utjecaja barijera na migracije ihtiofaune Korane. Naime, budući da pojedine kategorije obuhvaćaju više vrsta nego druge, kako bi dobili realniju sliku o utjecaju na migracije potrebno je ponderirati vrijednosti. Navedenim postupkom dobiveni su sljedeći podaci (slika 28): u većini slučajeva nije došlo do promjena u udjelima, osim u dvije kategorije. Ponderiranjem je došlo do povećanja udjela potpunih barijera nauštrb visoko značajnih barijera, i to s razlikom od 4 %. Iz navedenog je vidljivo kako većini ribljih vrsta barijere rijeke Korane predstavljaju značajne prepreke koje u danom trenutku ne mogu savladati (slika 29; prilog V).



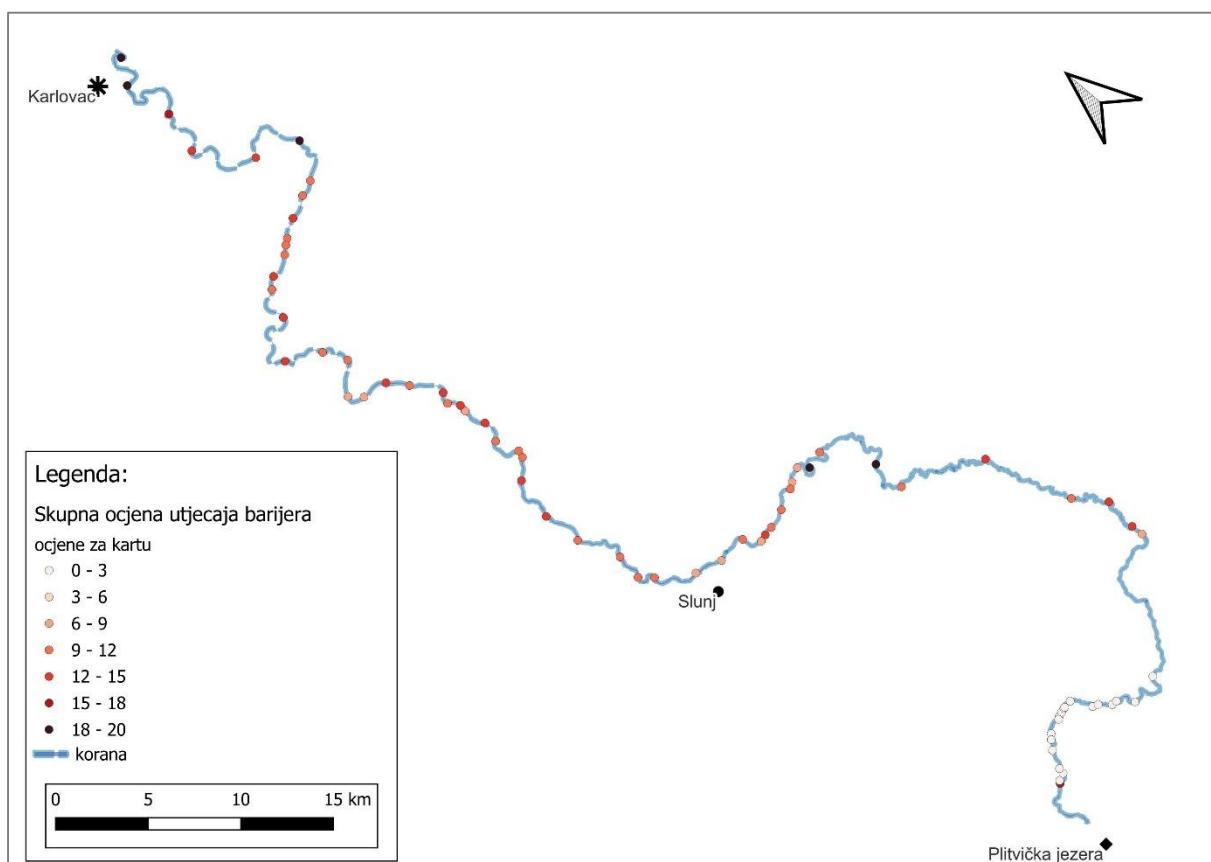
Slika 28. Grafički prikaz udjela tipova barijera s obzirom na ponderirane ocjene utjecaja na migracije riba



Slika 29. Kartografski prikaz rijeke Korane i njezinih barijera s pridodanim ponderiranim ocjenama utjecaja na migracije riba

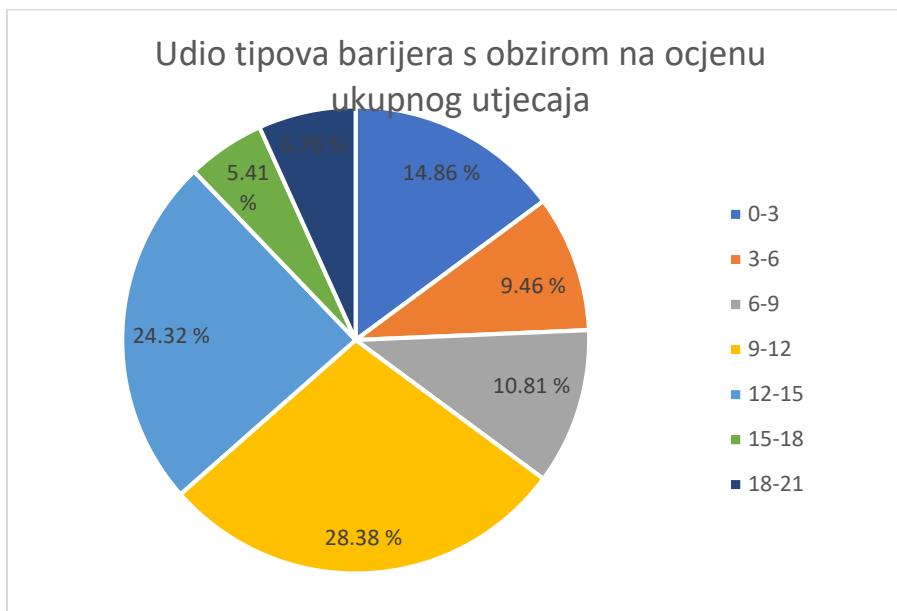
#### Analiza ukupnog utjecaja barijera:

Uvrstimo li u analizu čitav skup prikupljenih podataka (visina, tip barijere, prelijevanje preko barijera, propusti na barijerama, materijal izgradnje, utjecaj na migracije riba, prisutnost kupališta...) dobiti ćemo ukupnu ocjenu o utjecaju, ali i značaju barijere za rijeku, ekosustav i ljude. Ocijene se kreću od najviše moguće 21, do najniže 0. Što su ocijene više, to je utjecaj barijere značajniji. Temeljem provedene analize, najvišu zabilježenu ocjenu 20 dobila je samo jedna barijera i to barijera na ušću Korane u Kupu, slijedi ju jedna barijera s ocjenom 19,5 te dvije s ocjenom 19. Skupini najviše ocijenjenih barijera pripada i jedna barijera s ocjenom 18 (slika 30; prilog V). Najviše ocijenjene barijere nalaze se pri samom ušću rijeke Korane u Kupu, tj. u području oko ili u samom gradu Karlovcu. Dvije visoko ocijenjene barijere nalaze se uzvodno od Slunja, kod mjesta Luke, a radi se o dvije mlinice / vodenice s izrazito visokom branom i sa zatvorenim ili visoko postavljenim propustom brane.



Slika 30. Kartografski prikaz ocjena ukupnog utjecaja barijera na rijeci Korani

Svrstamo li ocjene u sedam kategorija (svaka s po tri jedinice), vidljivo je kako nešto više od pola barijera (28,38 %, odnosno 24,32 %) ima umjereni utjecaj (kategorije ocjena 9-12 i 12-15). Slijedi ih najmanje značajna kategorija (0-3) s udjelom od 14,86 %, dok u dvije kategorije s najznačajnijim utjecajem (15-18 i 18-21) ukupno ulazi 12,17 % barijera (slika 31).



Slika 31. Grafički prikaz udjela tipova barijera na rijeci Korani s obzirom na ocjenu ukupnog utjecaja

## Rasprava:

Na temelju provedenog istraživanja prisutnosti barijera / pregrada na rijeci Korani, od 181 digitalno zabilježene pregrade, njih 74 možemo svrstati u umjetno nastale barijere / pregrade. Većina navedenih pregrada se preklapa s povijesnim kartama, i to s oznakama za mlinove, vodenice i / ili pilane. To je potvrđeno i terenskim radom, gdje je zabilježeno da barijere rijeke Korane u većini slučajeva (71,62 %) čine brane mlinova, vodenica i / ili pilana koje se odlikuju malom visinom (do jednog metra), bočnim propustima, izgradnjom iz kamena, slabom održavanošću i oštrim nizvodnim nagibom. Terenskim istraživanjem je zabilježeno da većinu barijera (70,27 %), u trenutku istraživanja, vodotok rijeke Korane preljeva ili dijelom preljeva.

Temeljem provedene analize umjetnih barijera, moguće je donijeti zaključak o barijerama koje najviše utječu na ekosferu rijeke Korane. Istraživanjem je zabilježeno da većina barijera ima značajan negativni utjecaj na migracije riba uzvodno (a s njima i drugih akvatičkih životinja) u vrijeme srednjih i nižih vodostaja rijeke Korane. Kategorizacija ribljih vrsta s obzirom na sposobnost prelaska prepreka / barijera pokazala je da se većina vrsta ihtiofaune rijeke Korane nalazi u kategoriji vrsta koje otežano migriraju preko prepreka / barijera. Samo nekoliko vrsta se nalazi u kategorijama značajnih plivača (štuka, bolen, salmonidi) ili u kategoriji skakača (salmonidne vrste; pastrve i lipljen). Nadalje, većina barijera su se pokazale kao značajne prepreke za migraciju riba uzvodno. Štoviše, u ponderiranoj analizi najzastupljenija ocjena je ocjena potpune barijere, što znači da je niti jedna ribljia vrsta rijeke Korane ne može prijeći. Važno je navesti da su u analizi korišteni podaci o dimenzijama barijera, ali ne i podaci o propustima barijera koji predstavljaju važne elemente za migraciju riba i drugih vodenih organizama. Stoga dobivene ocijene ne predstavljaju stvarno stanje već pokušavaju približno predočiti utjecaj barijera na migraciju riba. Također, ocjenjivanje utjecaja barijera na migracije riba temeljilo se na podacima prikupljenim u proljetnom i ljetnom periodu – te bi se ocjene zasigurno mijenjale ovisno o porastu ili padu vodostaja. Na sastancima s dionicima organiziranim u sklopu projekta nekoliko je puta napomenuto da ribe mogu uspješno migrirati uzvodno za vrijeme visokih voda, no pritom su zanemareni periodi migracija i trajanje same migracije. Naime, iako se migracije riba najčešće poklapaju s visokim vodostajima, oni najčešće ne traju koliko traje sam proces migracije, a ponekad i izostaju. Također, pojedine vrste poduzimaju ljetne ili jesenske migracije. Ribe i ostale akvatičke životinje često

pokušavaju migrirati uzvodno, no bivaju zaustavljene kod podnožja barijera gdje mogu fiziološki oslabiti zbog opetovanog pokušaja pronalaska povoljnog puta za migraciju. Zbog navedenog može doći do izostanka mriješta, a posljedično i do uginuća jedinki (Baudoin i sur. 2014). Stoga su važne procijene utjecaja barijera u srednjem protoku koji predstavlja prosjek vodostaja.

Propusti na barijerama od velikoga su značaja za riblje migracije, ali i migracije ostalih skupina organizama. Zbog toga je bitno očuvati navedene propuste, ne pregrađivati ih, ili ih po potrebi prilagoditi za što lakšu migraciju životinja. Pri obnovi barijera važno je pripaziti kako će se izvesti propusti ili ih je, ako ih nema, potrebno izraditi. Važno je da se obnova provodi što više s tradicijskim materijalima i u skladu s originalnim stanjem te da se barijera ne podiže više nego što je prvotno bila. Isto vrijedi i u slučaju prenamjena barijera za druge svrhe, npr. za dobivanje električne energije i sl. Terenskim radom zabilježeno je da su barijere većinom slabo održavane ili su čak u derutnom stanju. Za dvije barijere je uočeno da su se urušile, dok je dio barijera u gornjem toku zatrpan sedimentom, slabo vidljiv ili nepostojan. Urušavanje barijera može predstavljati i opasnost za ljude koji se nalaze neposredno u blizini barijera, ali i nizvodno od njih. Stoga je potrebno obratiti pažnju na stabilnost pojedinih barijera, poglavito onih viših. U razgovoru s lokalnim stanovništvom ukazano nam je na to da je barijera u mjestu Ladvenjak (oznaka FKR 5) obnovljena od strane Hrvatskih voda krajem 1990-ih u svrhu zadržavanja vodostaja radi uzvodne mjerne postaje. Drugi takvi primjeri nisu zabilježeni, osim manjih uređenja na pojedinim barijerama. Tijekom terenskog rada uočene su razne građevine nastale na obali korita u svrhu rekreacije (svojevrsni molovi, skakaonice, stube...). Nadalje, istraživanjem su zabilježene pojedine novonastale barijere, poglavito uz pogranično područje s Bosnom i Hercegovinom. Novonastale barijere najčešće su građene od nevezanog materijala, a svrha im je rekreacija (izgradnja kupališta) (slika 31). Kako su spomenute barijere građene od nevezanog materijala, moguće je vidjeti ostatke prošlogodišnjih barijera nizvodno od trenutnih barijera. Prema podacima Hrvatskih voda, na području Korane nalazi se devet kupališta, no ovim istraživanjem zabilježeno je kako većina barijera privlači i kupače. Naime, ukupno je zabilježeno 39 kupališta na 74 barijere. Kupališta duž rijeke Korane nisu bila u fokusu ovog istraživanja, no svakako je vidljivo da se na većini barijera odvija nekakva rekreacija. Štoviše, kako je i prethodno navedeno, u rekreativne svrhe poput gradnje kupališta grade se i nove barijere, na što treba obratiti posebnu pažnju. Kako se većinom radi o barijerama koje su građene od nepovezanog materijala, iste ne predstavljaju značajnu dugoročnu opasnost, no zbog

potrebe za potrajnošću moguće je da će nekada u budućnosti ove barijere biti zamijenjene drugima, građenim od čvršćeg, dugotrajnijeg materijala. Na tragu toga, pregledom digitalne ortofoto karte iz 1968. godine zabilježeno je da na njoj nisu vidljive četiri barijere od Barilovića do Donjeg Velemerića (oznake barijera 19, 18, 17, 16). U ovom slučaju moguće je da se radi o potopljenim barijerama koje nisu vidljive na digitalnoj karti (snimanje ortofoto karte je odrađeno za vrijeme visokih voda), ali, za razliku od većine drugih barijera, iste barijere nemaju ucrtane mlinove na starijim kartama (Topografska karta Hrvatske i Austro-Ugarska karta) te nisu navedene u podacima Hrvatskih voda (dobivenim na zahtjev i prikupljenim s web portala). Stoga je potrebno ustanoviti svrhu navedenih barijera, utvrditi legalitet njihove izgradnje te ih je u krajnjem slučaju, ako se zaista radi o ilegalnim građevinama, potrebno srušiti.



Slika 31. Novonastala barijera na području kod Koranskog Luga (oznaka FKR 46)

Uzvodno od mjesta Barilović, na lokaciji 7, zabilježena je klasična brana mлина „V“ oblika uzvodno od koje se nalaze velike kamene gromade, vjerojatno dospjеле iz obližnjeg kamenoloma. Navedene kamene gromade nisu vidljive na ortofoto karti iz 1968. godine što govori da se radi o recentnom postanku (prije 2011. godine prema ostalim DOF snimkama). Danas je kamenje obrasio vegetacijom, pa možemo zaključiti kako se na tom dijelu toka nalazi desetak godina. Samo kamenje ne predstavlja opasnost za okoliš, no utječe na hidrologiju

Korane koju bitno izmjenjuje. Također, ono na što treba obratiti pažnju je ispiranje sitnozrnatog sedimenta iz kamenoloma u rijeku Koranu. Naime, za velikih kiša moguć je nastanak bujičnih tokova sitnozrnatog sedimenta koji dovodi do zamuljivanja rijeke, ali i negativno utječe na njezin ekosustav.



Slika 32. Brana mlinice / vodenice na Korani uzvodno od Barilovića: a) prikaz ortofoto karte iz 1968.; b) prikaz ortofoto karte iz 2022. s vidljivim nanosima stijena u koritu točno ispred ulaza u kamenolom

Zbog povećane rekreacije i prisutnosti većeg broja kupališta važno je navesti negativne učinke takvog tipa aktivnosti. U uvodnom dijelu već je spomenuto kako zbog barijera dolazi do povećanja zasićenosti nutrijentima u vodotoku, a posljedično i do zagađenja. Ovaj proces sam sebe amplificira sve većim razvojem turizma i povećanim dotokom nutrijenata iz otpadnih voda, otpada ostavljenog uz vodotoke te smanjenjem protočnosti vodotoka podizanjem novih barijera ili obnavljanjem starih. Nadalje, značajan negativni utjecaj barijera je utapanje plivača ili drugih rekreativaca neposredno uz slapišta (Verheij i sur. 2021). Iako barijere predstavljaju idealna mjesta za kupanje i odmor, ovaj utjecaj je često zanemaren, a jedan je od glavnih razloga utapanja u rijekama.

U sklopu projekta održano je nekoliko radionica s dionicima vezanim uz rijeku Koranu gdje je uočen svojevrstan otpor prema zadiranju u samu rijeku te u njezine barijere. Dionici su upozorili na nekoliko problema vezanih uz potencijalna uklanjanja barijera. Navesti ćemo neke od njih:

- uklanjanjem barijera došlo bi do promijene vodnog režima rijeke Korane, a time može doći do promjena u poplavnim periodima i do prelijevanja i plavljenja rijeke Korane;
- uklanjanjem barijera došlo bi do spuštanja vodostaja rijeke Korane i do presušivanja;

- barijere produbljuju korito, stvaraju pogodna staništa za riblje vrste i prostor za njihovo skrivanje, poglavito od pescivornih vrsta ptica poput kormorana (*Phalacrocorax carbo* Linnaeus, 1758.), što se gubi njihovim uklanjanjem;
- uklanjanjem barijera gubi se prostor za rekreaciju;
- postojeće barijere imaju razvijen vlastiti ekosustav koji bi se narušio uklanjanjem;
- većina barijera na sebi ima razvijenu sedru, koja se prema zakonu mora štititi te se zbog toga ne bi trebalo provoditi uklanjanje;
- barijere predstavljaju svojevrsni „štít“ neželjenom širenju invazivnih stranih vrsta, ponajprije signalnog raka (*P. leniusculus*)...

Nevezano za uklanjanje barijera, dionici su upozorili na probleme dabra (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) uz rijeku Koranu koji negativno utječe na protočnost rijeke i stabilnost njezine obale zbog rušenja stabala uz korito. Također, dionici su upozorili i na problem zagađenja rijeke Korane, ponajviše zbog razvoja turizma koji ne prati razvoj komunalne infrastrukture.

Budući da ovim projektom nisu obuhvaćena druga istraživanja osim kartiranja barijera te dodatnog sagledavanja njihovog utjecaja na migraciju riba i ostalih organizama, nije moguće odgovoriti na sve gore ukazane probleme. Ipak, može se zaključiti da je prije svakog potencijalnog budućeg uklanjanja barijera nužno provesti dodatna multidisciplinarna istraživanja o njihovom utjecaju na hidrologiju i ekologiju rijeke Korane. Poglavito je potrebno sagledati potencijalni negativni utjecaj invazivne strane vrste signalnog raka koji može nastati uklanjanjem barijera. Također, zbog reakcije javnosti i povezanosti barijera s rekreativnim aktivnostima, kulturnim naslijedjem i vizurom okolnog prostora, za većinu barijera nije dan prijedlog za uklanjanje, već za prilagodbu migraciji vodenih životinja. Ipak, važno je napomenuti da takvom prilagodbom i dalje nije moguće isključiti negativni utjecaj na migracije životinja, kao ni ostale negativne učinke povezane s barijerama.

## Prijedlog barijera koje predstavljaju prioritet za uklanjanje ili ublažavanje utjecaja:

Uz spomenuti prijedlog uklanjanja novonastalih barijera, provedenom analizom identificirane su barijere koje značajno utječu na povezanost rijeke Korane i njezinu ekosferu. S obzirom na značaj i funkcionalnost navedenih barijera, za svaku je dan prijedlog ili za uklanjanje, ili za prilagođavanje, odnosno ublažavanje njezina utjecaja na hidrologiju i ekosferu.

### Nasuta barijera na ušću Korane u Kupu:

Barijera na ušću Korane u Kupu (slika 33) dobila je najvišu ukupnu ocjenu od svih barijera obuhvaćenih ovim istraživanjem (od mogućih 21 bod, dodijeljeno je 20). Radi se o visokoj barijeri izrađenoj od nasutog kamena. Podatke o njezinoj svrsi nismo uspjeli pronaći u sklopu ovog istraživanja, no kroz razgovor s dionicima projekta, tj. zaposlenicima Hrvatskih voda, saznali smo da se radi o barijeri čija je svrha podizanje vodnog lica rijeke Korane zbog crpljenja podzemnih voda u svrhu gradske vodoopskrbe. Iz neslužbenih izvora također saznajemo da je navodno riječ o barijeri koja je relativno nova, ali se brzo pokazala nepotrebnom. Zbog navedenog, prema riječima djelatnika Vodnogospodarske ispostave Hrvatskih voda u Karlovcu, postoji ideja da se ista ukloni. Ova barijera nije uvedena u popis građevina Hrvatskih voda. Također, barijera je već barem jednom bila u potpunosti odnesena strujom Korane te je zbog toga ponovno nasipavana (kaportal.net.hr 2024). Budući da je funkcija ove barijere upitna te da ju se ne koristi za druge aktivnosti poput kupanja i sl., predlažemo njezino uklanjanje.



Slika 33. Barijera na ušću Korane u Kupu (oznaka FKR 1)

### Stara hidrocentrala u Karlovcu:

Brana stare hidrocentrale u Karlovcu (slika 34) ocijenjena je s 19 bodova, što ju svrstava u izrazito štetne barijere. Ova brana za vrijeme prosječnih, nižih, ali i povišenih vodostaja čini potpunu barijeru za prijelaz riba te ribe preko nje mogu migrirati samo u slučaju visokih voda. Trenutno ova brana ne vrši svoju originalnu funkciju, proizvodnju električne energije, no na njoj je nastalo poznato kupalište na rijeci Korani: Fuginovo kupalište. Zbog kupališta, ali i zbog činjenice da ova brana predstavlja kulturno nasljeđe Karlovca te je dio njegove vizure već više desetljeća, za ovu barijeru ne predlažemo rušenje, no izrazito je važno prilagoditi je za migracije riba i drugih pokretnih akvatičkih životinja. Kao prilagodbu predlažemo gradnju ribljih staza, ponajviše bočnih, zaobilaznih ribljih staza, budući da se pored nje nalazi dovoljno prostora za takvo što. Također, u budućnosti je kod planiranja većih zahvata vezanih uz održavanje ove barijere potrebno voditi računa o prilagodi migraciji riba uzvodno, ali i nizvodno, jer zbog njene visine na njoj može doći do ozljeđivanja jedinki prilikom nizvodnih migracija. Potrebno je pratiti i učinak ujezerenja i zagrijavanja vode rijeke Korane, poglavito zbog zdravlja ljudi (kupača). Štoviše, na ovom području su već bila zabilježena zagađenja (kaportal.net.hr 2024). Utjecaj ove barijere na amplificiranje zagađenja nije poznat.



Slika 34. Brana stare hidrocentrale u Karlovcu (oznaka FKR 2)

### Nasuta barijera kod Selišta:

Nasuta barijera kod Selišta izvorno je bila brana mlinu, no današnja svrha joj je nepoznata (slika 35). U podacima Hrvatskih voda dobivenim na zahtjev ova barijera nije zavedena, no na njihovom web portalu vodi se kao riječni prag. Radi se o relativno visokoj barijeri čija je visina procijenjena na dva metra. Također, usprkos tome što je nasuta, ova barijera ima oštar pad i nema propuste. Zbog navedenog, ona u potpunosti onemogućava migraciju riba uzvodno u vrijeme srednjih i nižih vodostaja. U sklopu analize ovoj barijeri dodijeljena je ocjena 18. Na barijeri nisu razvijena kupališta niti slični rekreativni sadržaji. Zbog svega navedenog, za ovu barijeru predlažemo uklanjanje.



Slika 35. Nasuta barijera kod Selišta (oznaka FKR 6)

### Brana mlina / vodenice kod Gnojnice:

Salopekov mlin (slika 36) relativno je dobro očuvana građevina na rijeci Korani koja je analizom ocijenjena s 19 bodova. Naime, radi se o visokoj brani koja čini značajno ujezerenje. Brana je održavana i u potpunosti je obložena betonom. Nagib brane je značajan, što u kombinaciji s oblogom od betona otežava prohodnost riba za vrijeme viših vodostaja. Na brani se samo s jednog boka nalazi mlin čiji je propust zatvoren, tj. obložen daskama. Propust je relativno oštrog nagiba, zbog čega je također otežana migracija riba. Na području uzvodnog ujezerenja nalaze se pripremljene ribolovne pozicije i poučne ploče, pa možemo zaključiti da se ujezerenje koristi u rekreativne svrhe. Zbog svega navedenog, za ovu barijeru predlažemo prilagodbu propusta mlina, s ciljem bolje prohodnosti za uzvodne migracije riba.



Slika 36. Brana mlina kod Gnojnice, Salopeka mlina (oznaka FKR 12)

### Brana mlina / vodenice u Skukanima:

Brana mlina / vodenice u Skukanima (slika 37) ocijenjena je s 19,5, što je visoka ocjena za branu mlina / vodenice. U ovom slučaju radi se o zaista visokoj brani, s visinom od 2,5 m. Za ovu su barijeru značajni visoki bočni propusti koji, za razliku od ostalih slučajeva, onemogućavaju uzvodnu migraciju riba i drugih vodenih životinja. Također, za ovu barijeru zabilježeno je značajno uzvodno ujezerenje, a razlika između staništa uzvodnog i nizvodnog dijela je izražena čak i u fizikalno-kemijskim parametrima. Na ovom području nisu zabilježene nikakve rekreativne aktivnosti. Nadalje, ovoj brani prijeti urušavanje zbog neodržavanja. Zbog svega navedenog za ovu barijeru predlažemo prilagodbu bočnih propusta izgradnjom ribljih staza od prirodnog materijala (kameni nabačaj i sl.).



Slika 37. Brana mlina / vodenice u Skukanima (oznaka FKR 14)

## Zaključak:

Istraživanjem provedenim u sklopu projekta *Free Korana river* zabilježeno je sljedeće:

- Na rijeci Korani nalaze se barem 74 umjetno nastale barijere.
- Većinu barijera rijeke Korane čine stare brane mlinova, vodenica i / ili pilana te se sve barijere svrstavaju u kategoriju malih brana (nižih od 10 m).
- Većina barijera na Korani odlikuje se malom visinom (do jednog metra), bočnim propustima, izgradnjom od kamena, slabom održavanošću.
- Uz većinu barijera rijeke Korane vezan je neki oblik rekreativnih aktivnosti (kupališta, ribolovna područja, područja za plovidbu...).
- Većina vrsta ihtiofaune rijeke Korane nalazi se u kategoriji vrsta koje otežano migriraju preko prepreka / barijera.
- Većina barijera su se pokazale kao potpune barijere ili kao značajne prepreke za migraciju riba uzvodno u vrijeme srednjih i nižih vodostaja.
- Za pojedine barijere potrebno je utvrditi radi li se o legalno izgrađenim objektima te je općenito potrebno pratiti izgradnju ilegalnih barijera duž rijeke Korane.
- Pojedine barijere potrebno je prilagoditi kako bi se omogućila migracija riba i drugih vodenih organizama uzvodno.
- Povrh ilegalno izgrađenih, predloženo je uklanjanje još dviju barijera (barijera na ušću Korane u Kupu i barijera kod mjesta Selišta).

## Literatura:

Abbott, K.M., Zaidel, P.A., Roy, A.H., Houle, K.M., Nislow, K.H. (2022): Investigating impacts of small dams and dam removal on dissolved oxygen in streams. PLoS ONE 17(11): e0277647.

Anonymus (2020): Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija, Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030. Vraćanje prirode u naše živote. Bruxelles.

Anonymus (2023): Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. MINGOR. Zagreb.

Baudoin J., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski W., Steinbach P., Voegtle B. (2014): Assessing the passage of obstacles by fish Concepts, design and application. ONEMA, Francuska.

Beran, L. (2013): Aquatic molluscan fauna (Mollusca) of the Korana River (Croatia). Nat. Croat. Vol. 22 (2).

Bergkamp, G., McCartney, M., Dugan, P., McNeely, J., Acreman, M. (2000): Dams, Ecosystem Functions and Environmental Restoration. Thematic Review II.1 prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town.

Biondić, R., Meaški, H., Biondić, B. (2016): Hydrogeology of the sinking zone of the Korana River downstream of the Plitvice Lakes, Croatia. Acta Carsologica. 45. 43-56.

Buj, I., Ćaleta, M., Marčić, Z., Zanella, D., Mustafić, P. (2023). The Fish of the Plitvice Lakes—A Wealth of Simplicity. U: Miliša, M., Ivković, M. (ur.) Plitvice Lakes. Springer Water. Springer, Cham.

Chen, Q., Li, Q., Lin, Y., Zhang, J., Xia, J., Ni, J., et al. (2023). River damming impacts on fish habitat and associated conservation measures. Reviews of Geophysics, 61, e2023RG000819,

Čanjevac, I., Pavlek, K. i Orešić, D. (2022): Duljine tekućica u Hrvatskoj određene na temelju topografske karte mjerila 1 : 25 000. Hrvatski geografski glasnik, 84 (1), 5-30.

Čanjevac, I. (2013): Tipologija protočnih režima rijeka u Hrvatskoj. *Hrvatski geografski glasnik*, 75 (1), 23-42.

Ćaleta, M., Marčić, Z., Buj, I., Zanella, D., Mustafić, P., Duplić, A. i Horvatić, S. (2019): A review of extant Croatian freshwater fish and lampreys. Annotated list and distribution. *Croatian Journal of Fisheries*, 77 (3), 137-234.

Ding, L., Chen, L., Ding, C., Tao, J. (2018): Global Trends in Dam Removal and Related Research: A Systematic Review Based on Associated Datasets and Bibliometric Analysis. *Chinese Geographical Science*.

Direktiva Parlamenta i Vijeća 2000/60/EZ od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike.

Direktiva Vijeća 92/43/EEZ od 21. svibnja 1992. o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore.

Dragičević, P., Faller, M., Kutleša, P., Hudina, S. (2020): Update on the signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) range expansion in Croatia: a 10-year report. *BioInvasions Records* 9(4): 793–807.

Državama geodetska uprava (2018): Zbirka kartografskih znakova mjerila od 1 : 500 do 1 : 25 000, Prilog Pravilniku o kartografskim znakovima, Narodne novine 104/2011 i 59/2018. Zagreb, Hrvatska.

Fox, C. A., Magilligan, F. J., Sneddon, C. S. (2016): “You kill the dam, you are killing a part of me”: Dam removal and the environmental politics of river restoration. *Geoforum*, 70, 93–104.

Frančišković-Bilinski, S., Bhattacharya, A. K., Bilinski, H., Bhattacharya, B. D., Mitra, A., Sarkar, S. K. (2012): Fluvial geomorphology of the Kupa River drainage basin, Croatia: A perspective of its application in river management and pollution studies. *Zeitschrift Für Geomorphologie*, 56(1), 93–119.

Frančišković-Bilinski, S., Omanović, D., Pižeta, I., Bilinski, H. (2018): Contaminant dispersion and source identification in small rivers, investigated on example of Radonja river, Croatia. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018.

Franklin P., Gee E., Baker C., Bowie S. (2022): Fish Passage Guidelines For structures up to 4 metres. National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd, Novi Zeland.

Gjetvaj, G., Cikojević, A., Ferenčak, F. i Husajina, J. (2019): Lučni riječni pragovi. Hrvatske vode, 27 (107), 29-34.

Hudina, S., Žganec, K., Lucić, A., Trgovčić, K., Maguire, I. (2013): Recent invasion of the karstic river systems in Croatia through illegal introductions of the signal crayfish. Freshwater Crayfish. 19. 21-27.

Jelić D., Špelić I., Žutinić P. (2016): Introduced species community over-dominates endemic ichthyofauna of High Lika Plateau (Central Croatia) over a 100 year period. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae. Vol. 62. str. 191-216.

Jelić, D., Bogutskaya, N., Blažević, M., Krajnović, M., Pušić, A., Bajić, P., Deanović, I. (2023): Usluge definiranja SMART ciljeva očuvanja i osnovnih mjera očuvanja ciljnih vrsta i stanišnih tipova – Grupa 4: Definiranje ciljeva i mjera očuvanja za nedovoljno poznate vrste slatkovodnih riba. BIOTA d.o.o., Zagreb.

Jelić, D. (2012): New data on the distribution of *Cottus gobio* in Croatia. Ribarstvo, 70, (1), 1-8.

Jurinac, A. E. (1887): Prilog hrvatskoj fauni ogulinsko-slunjske okolice i pećina. JAZU, 83, 86-128.

Jørgensen, D. (2017): Competing ideas of 'natural' and dam removal. Water Alternatives 10(3): 840-852.

Jørgensen, D., Renföält, B. M. (2013): Damned If You Do, Dammed If You Don't: Debates on Dam Removal in the Swedish Media. *Ecology and Society*, 18(1).

Kennedy, R., Walker, W. A. (1990): Reservoir Nutrient Dynamics. U: Thornton, K. W., Kimmel K. W., Payne, F. E. (ur) Reservoir limnology: Ecological perspectives. John Wiley & Sons, Inc.

Kerovec, M. Mrakovčić, M., Hršak, V., Grubešić, M., Vujčić-Karlo, S., Kučinić, M., Radović, D., Ternjej, I., Mihaljević, Z., Gottstein, S., Schneider, D., Bartovsky, V. (1999): Projekt Sava sustav obrane od poplava u srednjoj Posavini, Studija općih značajki bioloških

resursa, dio procjene utjecaja na okoliš. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek.

Lampert, W., Sommer, U. (2007): Limnoecology, The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, drugo izdanje, str. 252–262.

Lejon, A. G. C., Renöfält, B. M., Nilsson, C. (2009): “Conflicts Associated with Dam Removal in Sweden.” *Ecology and Society*, vol. 14, no. 2.

Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., Oberdorff, T., & Brosse, S. (2008): Correction: Fish Invasions in the World’s River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities. *PLoS Biology*, 6(12), e322.

Larinier, M. (2000): Dams and Fish Migration. Prepared for Thematic Review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration. World Commission on Dams.

Maguire, I., Jelić, M., Klobučar, G. (2011): Update on the distribution of freshwater crayfish in Croatia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401:31–40.

Maguire, I. (2014): Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti vrsta i staništa u Hrvatskoj. Potočni rak ili rak kamenjar *Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803). Državni zavod za zaštitu prirode.

Middelburg, J.J. (2020): Are nutrients retained by river damming? *Natl. Sci. Rev.* 18;7(9):1458.

Mihinjač, T., Sučić, I., Špelić, I., Vucić, M., Ješovnik, A. (2019): Strane vrste slatkovodnih riba u Hrvatskoj. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Udruga Hyla, 102 str.

Mouchlianitis F. A. (2024): Dam Removal Progress 2023. World Fish Migration Foundation.

Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Ćaleta, M., Mustafić, P., Zanella, D. (2006): Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Republika Hrvatska, 253 pp.

Mrakovčić, M., Ćaleta, M., Mustafić, P., Marčić, Z., Zanella, D., Buj, I. (2010): Slatkovodne ribe, Izvješće za potrebe izrade prijedloga potencijalnih Natura 2000 područja. Zagreb.

Mrakovčić, M., Mustafić, P., Zanella, D., Ćaleta, M., Marčić, Z., Mihinjač, T., Vajdić, S. (2014): Terensko kartiranje rasprostranjenosti potočne mrene (*Barbus balcanicus*) i monitoring gavčice (*Rhodeus amarus*) u 2014. godini. Hrvatsko ihtiološko društvo. Zagreb.

Mustafić, P., Zanella, D., Ćaleta, M., Marčić, Z. (2016): Završno izvješće za skupine Actinopterygii i Cephalaspidomorpha. U: Mrakovčić M., Mustafić P., Jelić D., Mikulić K., Mazija M., Maguire I., Šašić Kljajo M., Kotarac M., Popijač A., Kučinić M., Mesić Z. (ur.) Projekt integracije u EU Natura 2000 - Terensko istraživanje i laboratorijska analiza novoprikljenih inventarizacijskih podataka za taksonomske skupine: Actinopterygii i Cephalaspidomorpha, Amphibia i Reptilia, Aves, Chiroptera, Decapoda, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. OIKON-HID-HYLA-NATURA-BIOM-CKFF-GEONATURA-HPM-TRAGUS, Zagreb: 1-34.

NN 80/2019 (2019): Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže. Narodni novine, 80/2019.

NN 119/2023 (2023): Uredba o izmjenama uredbe o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže. Narodni novine, 119/2023.

NN 144/2013 (2013): Pravilnik o strogo zaštićenim vrstama. Narodne novine, 144/2013.

Pavlić, K. (2016): Regionalna hidrološka analiza krškog porječja Kupe. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Pavković, I., Vukmanić, L., Barbalić, D. (2023): Plan upravljanja vodnim područjima 2022.-2027., Pregled hidroenergetskog korištenja voda za potrebe izrade plana upravljanja vodnim područjima – druga dopuna prema komentarima HEP-a. Hrvatske vode. Zagreb.

Pofuk, M., Zanella, D., Piria, M. (2017): An overview of the translocated native and non-native fish species in Croatia: pathways, impacts and management. Management of Biological Invasions (2017) Volume 8, Issue 3: 425–435.

Roni, P., Beechie, T. J. (Ur.) (2013): Stream and watershed restoration : a guide to restoring riverine processes and habitats. John Wiley & Sons.

Romić, D., Husnjak, S., Mesić, M., Salajpal, K., Barić, K., Poljak, M., Romić, M., Konjačić, M., Vnučec, I., Bakić, H., Bubalo, M., Zovko, M., Matijević, L., Kušan, V., Brkić, Ž., Larva, O. (2014): Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj. Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet. Zagreb.

Schmutz, S., Sendzimir, J. (Ur.) (2018): Riverine Ecosystem Management. Springer International Publishing.

Schmutz, S., Mielach, M. (2013): Measures for ensuring fish migration at transversal structures. Technical paper. ICPDR – International Commission for the Protection of the Danube River.

Scudder, T. (Ur.) (2019): Large Dams: Long Term Impacts on Riverine Communities and Free Flowing Rivers. Springer Singapore.

Stojić, P. (1997): Hidrotehničke građevina, knjiga I. Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu.

Tockner K., Uehlinger U., Robinson C., Tonolla D., Siber R., Peter F. (2009): Introduction to European Rivers. U: Tockner K., Uehlinger U., Robinson C. (ur.) River of Europe, Academic Press, str. 1–21.

Topić J., Vukelić J. (2009): Priručnik za određivanje kopnenih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Hrvatska.

Uredba Europskog parlamenta i Vijeća br. 2024/1991 od 24. lipnja 2024. o obnovi prirode i izmjeni Uredbe (EU) 2022/869.

Uredba (EU) br. 1143/2014: Provedbena uredba komisije (EU) 2016/1141 od 13. srpnja 2016. o donošenju popisa invazivnih stranih vrsta koje izazivaju zabrinutost u Uniji u skladu s Uredbom (EU) br. 1143/2014 Europskog parlamenta i Vijeća

Verheij, S., Fokkens, B., Buijse, A. D. (2021): A pan-European survey to strengthen and improve policies and strategic planning regarding river continuity restoration. European Centre for River Restoration (ECRR). ECRR publication number: 1. STOWA report number: 2021-20.

Vranješ, D., Lončar, G., Težak, T., Tandarić, N., Tomašević, I., Meštrović, M., Radman, L., Hercezi, L. J., Vučković, R. S., Čukelj, D., Šegović, F., Rupčić, B., Blakšić, V. (2022): Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture, Promoviranje zeleno-infrastrukturnih mera (VEPAR) - GRUPA 2: Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava s obukom stručnjaka i dionika i informiranjem javnosti. VITA PROJEKT d.o.o., Zagreb.

Walter, R. C., Merritts, D. J. (2008): Natural Streams and the Legacy of Water-Powered Mills. Science, 319(5861), 299–304.

Wang, X., Chen, Y., Yuan, Q., Xing, X., Hu, B., Gan, J., Zheng, Y., Liu, Y. (2022): Effect of river damming on nutrient transport and transformation and its countermeasures. Front. Mar. Sci. 9:1078216.

Zaidel, P.A., Roy, A.H., Houle, K.M., Lambert, B., Letcher, B.H., Nislow, K.H. (2020): Impacts of small dams on stream temperature. Ecol Indic., 120: 106878

Zanella, D., Buj, I., Ćaleta, M., Marčić, Z., Ivić, L. Raguž, L. (2019): OPKK 2014.-2020. "Izrada prijedloga planova upravljanja strogo zaštićenim vrstama (s akcijskim planovima)", šifra projekta KK.06.5.2.01.0001. Hrvatsko ihtiološko društvo. Zagreb.

**WEB portali:**

bioportal.hr (prestupljeno: rujan 2024)

enciklopedija.hr (prestupljeno: prosinac 2024)

geoportal.dgu.hr (prestupljeno: svibanj 2024)

geoportal.kulturnadobra.hr (prestupljeno: prosinac 2024)

hina.hr (prestupljeno: prosinac 2024)

kaportal.net.hr (2024): (prestupljeno: prosinac 2024)

maps.arcanum.com (prestupljeno: svibanj 2024)



***Free Korana river***

-izvještaj istraživanja-

naturaviva.hr (prestupljeno: rujan 2024)

np-plitvicka-jezera.hr (prestupljeno: prosinac 2024)

preglednik.voda.hr (prestupljeno: travanj 2024)

radio-odeon.com (prestupljeno: prosinac 2024)

## Prilozi:

**Prilog I.** Popis ciljnih stanišnih tipova područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove (POVS) na rijeci Korani

Br.	Tip staništa	Kod stanišnog tipa značajnog za EU	Nacionalni park Plitvička jezera	Gornji tok Korane	Područje oko sustava Matešićeva špilja - Popovačka špilja	Slunjčica	Korana nizvodno od Slunja
1	Tvrde oligo-mezotrofne vode s dnom obraslim parožinama (Characeae)	3140	+				
2	Vodni tokovi s vegetacijom <i>Ranunculion fluitantis</i> i <i>Callitricho-Batrachion</i>	3260	+			+	
3	Sedrene brijere krških rijeka Dinarida	32A0	+	+		+	+
4	Europske suhe vrištine	4030	+				
5	Sastojine <i>Juniperus communis</i> na kiseloj ili bazičnoj podlozi	5130	+				
6	Suhi kontinentalni travnjaci ( <i>Festuco-Brometalia</i> ) (*važni lokaliteti za kaćune)	6210	+				
7	Travnjaci tvrdače ( <i>Nardus</i> ) bogati vrstama	6230	+				
8	Travnjaci beskoljenke ( <i>Molinion caeruleae</i> )	6410	+				
9	Hidrofilni rubovi visokih zeleni uz rijeke i šume ( <i>Convolvulion sepii</i> , <i>Filipendulion</i> , <i>Senecion fluviatilis</i> )	6430	+				
10	Prijelazni cretovi	7140	+				
11	Bazofilni cretovi	7230	+				
12	Karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom	8210	+				
13	Špilje i jame zatvorene za javnost	8310	+		+	+	
14	Šume velikih nagiba i klanaca <i>Tilio-Acerion</i>	9180	+				
15	Aluvijalne šume ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )	91E0	+				
16	Ilirske bukove šume ( <i>Artemonio-Fagion</i> )	91K0	+				
17	Ilirske hrastovo-grabove šume ( <i>Erythronio-Carpinion</i> )	91L0	+				

18	Panonsko-balkanske šume kitnjaka i sladuna	91M0	+					
19	Dinarske borove šume na dolomitu ( <i>Genisto januensis-Pinetum</i> )	91R0	+					
20	Acidofilne šume smreke brdskog i planinskog pojasa ( <i>Vaccinio-Piceetea</i> )	9410	+					

**Prilog II.** Popis ciljnih vrsta područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove (POVS) na rijeci Korani

Br.	Latinski naziv	Narodni naziv	Skupina	Nacionalni park Plitvička jezera	Gornji tok Korane	Područje oko sustava Matešićeva špilja - Popovačka špilja	Slunjčica	Korana nizvodno od Slunja
1	<i>Austropotamobius torrentium</i> (Schrank, 1803)	potočni rak	beskralježnjak	+		+		
2	<i>Euphydryas aurinia</i> (Rottemburg, 1775)	močvarna riđa	beskralježnjak	+				
3	<i>Rosalia alpina</i> (Linnaeus, 1758)	alpska strizibuba	beskralježnjak	+				
4	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	mali potkovnjak	sisavac	+		+		
5	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774.)	veliki potkovnjak	sisavac	+		+		
6	<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	južni potkovnjak	sisavac	+		+		
7	<i>Myotis blythii</i> Tomes, 1857	oštouhi šišmiš	sisavac	+		+		
8	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	širokouhi mračnjak	sisavac	+				
9	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	dugokrili pršnjak	sisavac	+		+		
10	<i>Myotis capaccinii</i> Bonaparte, 1837	dugonogi šišmiš	sisavac	+	+	+		+
11	<i>Myotis bechsteinii</i> (Kuhl, 1817)	velikouhi šišmiš	sisavac	+				
12	<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	veliki šišmiš	sisavac	+		+		

13	<i>Canis lupus</i> Linné, 1758.	sivi vuk	sisavac	+				
14	<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758.	smeđi medvjed	sisavac	+				
15	<i>Lutra lutra</i> Linnaeus, 1758.	europska vidra	sisavac	+	+			+
16	<i>Lynx lynx</i> (Linnaeus, 1758)	obični ris	sisavac	+				
17	<i>Mannia triandra</i> (Scop.) Grolle	-	biljka	+				
18	<i>Dicranum viride</i> Lindberg, 1863	-	biljka	+				
19	<i>Buxbaumia viridis</i> (Moug. ex Lam. et DC.) Brid. ex Moug. et Nestl	-	biljka	+				
20	<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	puzavi celer	biljka	+				+
21	<i>Ligularia sibirica</i> (L.) Cass.	sibirska grozdičnica	biljka	+				
22	<i>Cypripedium calceolus</i> L.	gospina papučica	biljka	+				
23	<i>Sabanejewia larvata</i> (De Filippi, 1859)	talijanski vijun	riba	+				
24	<i>Coenagrion ornatum</i> (Sélys, 1850)	istočna vodendjevojčica	beskralježnjak	+				
25	<i>Chouardia (Scilla) litardierei</i> (Breistr.) Speta	livadni procjepak	biljka	+				
26	<i>Cobitis bilineata</i> Canestrini, 1865	dvoprugasti vijun	riba	+				
27	<i>Osmoderma barnabita</i> Motschulsky, 1845	mirišljavi samotar	beskralježnjak	+				
28	<i>Euplagia quadripunctaria</i> (Poda, 1761)	danja medonjica	beskralježnjak	+				
29	<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Mitt.) Hedenäs	-	biljka	+				

30	<i>Morimus funereus</i> Mulsant, 1863	velika četveropjega cvilidreta	beskralježnjak	+				
31	<i>Unio crassus</i> Philipsson, 1788	obična lisanka	beskralježnjak	+				+
32	<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	veliki vijun	riba		+			+
33	<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	potočna mrena	riba		+			+
34	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	gavčica	riba		+			+
35	<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	plotica	riba		+			+
36	<i>Myotis emarginatus</i> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, 1806)	riđi šišmiš	sisavac			+		
37	<i>Leuciscus (Aspius) aspius</i> (Linnaeus, 1758)	bolen	riba					+

**Prilog III.** Popis riba zabilježenih u rijeci Korani s pridodanim podacima o zaštiti ili invazivnosti, statusu u Crvenoj knjizi slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić i sur. 2006) i kategoriji sposobnosti prelaska barijera prema Baudooin i sur. 2014.

br.	hrvatski naziv	latinski naziv	Red	porodica	stogo zaštićena / invazivna strana vrsta	Crvena knjiga	kategorizacija vrsta prema Baudooin i sur. 2014
1	dunavska paklara	<i>Eudontomyzon vladaykovi</i> Oliva & Zanandrea, 1959	Petromyzontiformes	Petromyzontidae	stogo zaštićena	načelo predostrožnosti	7b
2	mladica	<i>Hucho hucho</i> (Linnaeus, 1758)	Salmoniformes	Salmonidae	-	-	-
3	dunavska pastrva	<i>Salmo labrax</i> Pallas, 1814	Salmoniformes	Salmonidae	-	-	4a
4	lipljen	<i>Thymallus thymallus</i> (Linnaeus, 1758)	Salmoniformes	Salmonidae	-	-	6
5	štuka	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Esociformes	Esocidae	-	-	5
6	šaran	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Cypriniformes	Cyprinidae	-	-	8a
7	babuška	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Cypriniformes	Cyprinidae	invazivna strana vrsta		9a
8	mrena	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Cyprinidae	-	-	7a
9	potočna mrena	<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	Cypriniformes	Cyprinidae	-	-	9a
10	linjak	<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Tincidae	-	-	8c
11	jez	<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	9a
12	plotica	<i>Rutilus pigus</i> (Lacepède, 1803)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	9a
13	bodorka	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	9a
14	dvoprugasta uklija	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	9a
15	uklija	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	9a

16	nosara	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	-
17	podust	<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	7a
18	primorski pijor	<i>Phoxinus lumaireul</i> (Schinz, 1840)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	10
19	bolen	<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	5
20	klenič	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	8d
21	obični klen	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Leuciscidae	-	-	7a
22	obični vijun	<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	Cypriniformes	Cobitidae	-	-	9b
23	veliki vijun	<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	Cypriniformes	Cobitidae	strogo zaštićena	VU	9b
24	zlatni vijun	<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922)	Cypriniformes	Cobitidae	strogo zaštićena	VU	9b
25	brkica	<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	Cypriniformes	Nemacheilidae	-	-	9b
26	dunavska krkuša	<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	Cypriniformes	Gobionidae	-	-	9b
27	Keslerova krkuša	<i>Romanogobio kessleri</i> (Dybowski, 1862)	Cypriniformes	Gobionidae	strogo zaštićena	načelo predostrožnosti	9b
28	bjeloperajna krkuša	<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	Cypriniformes	Gobionidae	strogo zaštićena	DD, načelo predostrožnosti	9b
29	bezribica	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Cypriniformes	Gobionidae	invazivna strana vrsta		9b
30	gavčica	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Cypriniformes	Acheilognathidae	-	-	10
31	som	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Siluriformes	Siluridae	-	-	-
32	grgeč	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Perciformes/Percoidei	Percidae	-	-	8c

33	mali vretenac	<i>Zingel streber</i> (Siebold, 1863)	Perciformes/Percoidei	Percidae	strogo zaštićena	VU	9b
34	peš	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	Perciformes/Cottoidei	Cottidae	strogo zaštićena	-	9b
35	sunčanica	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Centrarchiformes	Centrarchidae	invazivna strana vrsta	-	-

**Prilog IV.** Popis barijera zabilježenih terenskim istraživanjem na rijeci Korani s pridodanim podacima koordinata u HTRS96/TM projekcijskom koordinatnom referentnom sustavu (EPSG: 3765), datumom istraživanja, tipom barijere i visinom barijere od površine vodnog lica do krune barijere nizvodno.

Br.	Točka:	Lokacija:	X	Y	Datum:	Tip barijere:	Visina nizvodno od barijere (m):
1	FKR 1	ušće u Kupu	427681	5040520	22.05.2024.	Hidrotehnički objekt različite namjene	3
2	FKR 2	HE u Karlovcu	426744	5039303	22.05.2024.	Brana hidroelektrane	3
3	FKR 3	ušće s Mrežnicom	427016	5036592	22.05.2024.	Hidrotehnički objekt različite namjene	2,5
4	FKR 4	Belajske Poljice	426291	5034371	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1,5
5	FKR 5	Ladvenjak	428228	5031480	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1,5
6	FKR 6	Selište	430450	5030259	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	2
7	FKR 7	Brozići-Barilovići	423940	5026632	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,75
8	FKR 8	Šćulac	422583	5024805	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1,25
9	FKR 9	Lučica	420830	5023212	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1,25
10	FKR 10	Veljun	425228	5012806	22.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1
11	FKR 11	Donje Taborište	426349	4998876	28.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,25
12	FKR 12	Salopekov mlin	434651	4997828	28.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	3
13	FKR 13	Crkvina	435632	4997944	28.05.2024.	Brod	0,5
14	FKR 14	Skukani	437094	4995200	28.05.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	2,5
15	FKR 15	Donji Velemerić	429167	5028431	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
16	FKR 16	Lukačići	428284	5028230	19.06.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25
17	FKR 17	Mejaškovo selo	427019	5027845	19.06.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,5
18	FKR 18	Barilovići	425986	5027384	19.06.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,1

19	FKR 19	Barilovići	425663	5027205	19.06.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25
20	FKR 20	Barilovići	425224	5026915	19.06.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,5
21	FKR 21	Bunčići	423342	5026245	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
22	FKR 22	Vujašković	422508	5021968	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
23	FKR 23	Marković	423054	5020663	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
24	FKR 24	Donji Karasi	421558	5019387	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,25
25	FKR 25	Milinkovići	422097	5018706	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,25
26	FKR 26	Novkovići	423446	5018293	19.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1
27	FKR 27	Pakrajac	424156	5017222	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
28	FKR 28	Donji Sudari	425024	5015588	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
29	FKR 29	Velimirovići	424739	5015030	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
30	FKR 30	Tarbuci	425034	5014043	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
31	FKR 31	Obranovići	424844	5011732	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
32	FKR 32	Blagaj	424114	5009295	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1
33	FKR 33	Blagaj	425106	5010059	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
34	FKR 34	Blagaj	425242	5010440	21.06.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
35	FKR 35	Cindrići	430336	4997329	07.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	1
36	FKR 36	Cindrići	429925	4997275	07.08.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,25
37	FKR 37	Puškarići	431931	4997543	07.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
38	FKR 38	Slunj	429364	4998110	07.08.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,5
39	FKR 39	Puškarići	430854	4997342	07.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25
40	FKR 40	Donja Gnojnica	434221	4998335	07.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0
41	FKR 41	Smržlići	433448	4998045	07.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0
42	FKR 42	Miljevac	433101	4997889	07.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,25
43	FKR 43	Donji Nikšić	424163	5001125	15.08.2024	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
44	FKR 44	Bukovje	423599	5004898	15.08.2025	Brana mlin / vodenice / pilane	1
45	FKR 45	Božići	437048	4993362	21.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25

46	FKR 46	Koranski Lug	441104	4990849	21.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25
47	FKR 47	Tržac	442465	4985931	21.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,5
48	FKR 48	Tržac, ušće Mutnice	443624	4984257	21.08.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,5
49	FKR 49	Tržička Raštela	443420	4982445	21.08.2024.	Pregrada nepoznate namjene	0,5
50	FKR 50	Tržička Raštela	443450	4981784	21.08.2024.	Pregrada za rekreativne svrhe	0,25
51	FKR 51	Jerkovići	437945	4976389	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
52	FKR 52	Slipićev mlin	434613	4977833	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
53	FKR 53	Smoljanac	434882	4977685	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
54	FKR 54	Čatrnja	433047	4978878	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
55	FKR 55	Čatrnja	433298	4978929	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
56	FKR 56	Čatrnja	433526	4978958	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
57	FKR 57	Čatrnja	433608	4978966	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
58	FKR 58	Drežnik/Čatrnja	434053	4978955	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
59	FKR 59	Čatrnja	432897	4978800	22.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
60	FKR 60	Vujčić	425099	5014430	28.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,75
61	FKR 61	Blagaj	423495	5007034	28.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	1,5
62	FKR 62	Požegi	424385	5002571	28.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	0,5
63	FKR 63	Korana	430298	4976509	29.08.2024.	Hidrotehnički objekt različite namjene	0,5
64	FKR 64	Korana	430407	4976630	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
65	FKR 65	Korana	430827	4976747	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
66	FKR 66	Korana (most stare ceste)	430893	4977060	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
67	FKR 67	Čatrnja	432045	4978611	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
68	FKR 68	Čatrnja	431807	4978402	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
69	FKR 69	Čatrnja	431401	4977976	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
70	FKR 70	Smoljanac - Tukovi	435369	4977096	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
71	FKR 71	Cvetičko selo	436275	4976245	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-
72	FKR 72	Smoljani	435656	4977042	29.08.2024.	Brana mlin / vodenice / pilane	-

73	FKR 73	Rastoke	427756	4998249	30.08.2024.	Hidrotehnički objekt različite namjene	-
74	FKR 74	Gornji Nikšić	424721	5000433	30.08.2024.	Brana mlina / vodenice / pilane	0,5

Prilog V. Popis barijera zabilježenih terenskim istraživanjem na rijeci Korani s pridodanim podacima o prelijevanju vodotoka preko barijere, propusnosti barijere, materijalu izgradnje barijere, prisutnosti sedre na barijeri, održavanju barijere, prisutnosti ujezerenja uzvodno od barijere, prisutnosti kupališta, prisutnosti barijere na DOF karti iz 1968. godine, ocjeni utjecaja na migracije rica, ponderiranoj ocjeni utjecaja na migracije riba te ukupnoj ocjeni svih vrijednosti za barijeru.

Točka:	Preljevanje vodotoka preko barijera:	Propusnost barijera:	Materijal brane:	Prisutnost sedre na barijeri:	Održavanje barijera:	Prisutnost ujezerenja uzvodno:	Prisutnost kupališta:	Prisutnost na karti DOF 1968:	Ocjena utjecaja na migracije riba:	Ponderirana ocjena utjecaja na migracije riba:	Ukupna ocjena:
FKR 1	djelomično	ne	kameni nabačaj	ne	da	da	ne	ne	potpuna barijera	potpuna barijera	20
FKR 2	djelomično	ne	Beton	ne	da	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	19
FKR 3	Da	ne	Beton	ne	da	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	17,5
FKR 4	Da	ne	kamen	ne	djelomično	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	14,5
FKR 5	Da	ne	kamen	ne	djelomično	ne	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	12,5
FKR 6	djelomično	ne	kameni nabačaj	ne	da	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	18
FKR 7	da	da	kamen i beton	ne	djelomično	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	14,75
FKR 8	da	da	kamen	ne	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13,25
FKR 9	da	da	kamen	ne	djelomično	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13,25
FKR 10	da	da	kamen	ne	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13

FKR 11	da	da	kamen	da	ne	ne	ne	-	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	6,75
FKR 12	djelomično	ne	kamen i beton	ne	da	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	19
FKR 13	da	da	kamen i beton	ne	da	ne	da	ne	visoko značajna barijera	potpuna barijera	11,5
FKR 14	ne	ne	kamen i beton	ne	djelomično	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	19,5
FKR 15	da	da	kamen	ne	da	da	da	da	visoko značajna barijera	potpuna barijera	11,5
FKR 16	da	ne	kamen	ne	djelomično	da	da	ne	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	10,25
FKR 17	da	ne	kamen	ne	djelomično	da	da	ne	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	12,5
FKR 18	da	ne	kamen	ne	ne	da	ne	ne	nisko značajna barijera	nisko značajna barijera	9,1
FKR 19	da	ne	kamen	ne	djelomično	da	da	ne	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	10,25
FKR 20	da	da	kamen	ne	da	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR 21	djelomično	da	kamen	da	da	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR 22	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5

FKR 23	da	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	9,5
FKR 24	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	8,25
FKR 25	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	8,25
FKR26	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13
FKR27	da	da	kamen i beton	da	da	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR28	djelomično	da	kamen	da	ne	da	ne	da	visoko značajna barijera	potpuna barijera	12,5
FKR29	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR30	djelomično	da	kamen	da	ne	ne	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	8,5
FKR31	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR32	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13
FKR33	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	12
FKR34	da	da	kamen	da	ne	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	12
FKR35	da	ne	kamen	da	ne	da	da	ne	potpuna barijera	potpuna barijera	14

FKR36	djelomično	da	kamen	da	djelomično	da	da	-	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	8,75
FKR37	da	da	kamen	da	djelomično	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	9,5
FKR38	djelomično	da	kamen	da	djelomično	da	da	ne	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	11,5
FKR39	djelomično	ne	kamen	ne	djelomično	ne	da	ne	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	9,25
FKR40	ne	da	kamen i beton	da	ne	da	ne	da	nisko značajna barijera	nisko značajna barijera	9
FKR41	ne	da	kamen i beton	da	ne	ne	ne	da	nisko značajna barijera	nisko značajna barijera	7
FKR42	djelomično	da	kamen	da	ne	da	ne	da	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	9,25
FKR43	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR44	da	da	kamen	da	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	12
FKR45	da	ne	kamen	ne	djelomično	da	da	ne	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	10,25
FKR46	djelomično	ne	vreće napunjene šljunkom	ne	da	da	da	-	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	13,75
FKR47	djelomično	da	kamen	ne	da	da	da	-	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	12

FKR48	djelomično	ne	kameni nabačaj	ne	da	da	ne	-	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	15
FKR49	djelomično	ne	kameni nabačaj	ne	da	da	ne	-	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	15
FKR50	da	ne	kamen	da	djelomično	da	da	-	srednje značajan barijera	srednje značajan barijera	8,75
FKR51	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR52	suho	da	kamen i beton	da	ne	-	ne	da	-	-	3
FKR53	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR54	suho	da	kamen i beton	da	da	-	ne	da	-	-	3
FKR55	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR56	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR57	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR58	suho	da	kamen i beton	da	djelomično	-	ne	da	-	-	3
FKR59	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	2
FKR60	djelomično	da	kamen	da	ne	da	ne	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13,75
FKR61	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	potpuna barijera	potpuna barijera	13,5
FKR62	djelomično	da	kamen	da	ne	da	da	da	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10,5
FKR63	ne	ne	kamen i beton	da	ne	da	ne	ne	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	15,5
FKR64	suho	da	kamen i beton	da	djelomično	-	ne	da	-	-	3
FKR65	suho	ne	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	3
FKR66	suho	da	kamen	da	djelomično	-	ne	da	-	-	2

FKR67	suho	da	kamen i beton	da	djelomično	-	ne	da	-	-	-	3
FKR68	suho	da	kamen i beton	da	ne	-	ne	da	-	-	-	3
FKR69	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	-	2
FKR70	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	-	2
FKR71	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	-	2
FKR72	suho	da	kamen	da	ne	-	ne	da	-	-	-	2
FKR73	da	da	beton	ne	da	ne	ne	ne	nisko značajna barijera	nisko značajna barijera	8	
FKR74	da	da	kamen	da	ne	da	da	-	visoko značajna barijera	visoko značajna barijera	10	