



# NACIONALNI PROGRAMI ZA PRAĆENJE STANJA OČUVANOSTI VRSTA U HRVATSKOJ

**JUŽNI DINARSKI ŠPILJSKI ŠKOLJKAŠ**

*Congeria kusceri* Bole, 1962

i

**SJEVERNI DINARSKI ŠPILJSKI ŠKOLJKAŠ**

*Congeria jalzici* Morton & Bilandžija, 2013

Helena Bilandžija, Sanja Puljas, Tamara Čuković  
Hrvatsko biospeleološko društvo



## Preporučeni način citiranja

Bilandžija, H., Puljas, S., Čuković, T. (2014.): Nacionalni programi za praćenje stanja očuvanosti vrsta i staništa u Hrvatskoj. *Congeria kusceri* Bole, 1962 i *Congeria jalzici* Morton & Bilandžija, 2013. Državni zavod za zaštitu prirode

Program je izrađen u okviru projekta

IPA 2009 Project NATURA 2000 Management and Monitoring - NATURA MANMON

2014.



## SADRŽAJ

Sistematika i srodstveni odnosi.....	3
Morfološke značajke.....	3
Područje rasprostranjenosti.....	4
Rasprostranjenost u Republici Hrvatskoj.....	5
Ekologija vrste.....	7
Biologija vrste.....	8
Pritisci, prijetnje i razlozi ugroženosti.....	9
Potrebne mjere očuvanja.....	10
Status zaštite sukladno nacionalnom zakonodavstvu.....	10
<b>NACIONALNI PROGRAM MONITORINGA ZA ALPINSKU BIOGEOGRAFSKU REGIJU .....</b>	<b>11</b>
Kartiranje rasprostranjenosti.....	11
Praćenje stanja na odabranim lokalitetima.....	14
Broj ljudi/dana potrebnih za provođenje praćenja.....	17
Znanstvena istraživanja.....	18
<b>NACIONALNI PROGRAM MONITORINGA ZA MEDITERANSKU BIOGEOGRAFSKU REGIJU .....</b>	<b>20</b>
Kartiranje rasprostranjenosti.....	20
Praćenje stanja na odabranim lokalitetima.....	23
Znanstveno istraživanje.....	27
<b>SMJERNICE ZA OCJENU STATUSA OČUVANOSTI VRSTE (ZA PARAMETRE PODRUČJE RASPROSTRANJENOSTI, POPULACIJA, STANIŠTE ZA VRSTU I IZGLEDI ZA BUDUĆNOST) .....</b>	<b>28</b>
Procjena (evaluacija) parametra "područje rasprostranjenosti" (Range).....	28
Procjena (evaluacija) parametra "populacija".....	28
Procjena (evaluacija) parametra "stanište za vrstu".....	29
Izgledi za budućnost.....	30
<b>LITERATURA.....</b>	<b>31</b>
<b>PRILOG 1: Terenski obrazac za praćenje vrste</b>	



## Sistematika i srodstveni odnosi

Razred: Bivalvia - školjkaši

Red: Veneroida

Porodica: Dreissenidae, Gray, in Turton 1840 (trokutnjače)

Rod: *Congeria*, Partsch, 1835

1. *Congeria kusceri* Bole, 1962 - Južni dinarski špiljski školjkaš

2. *Congeria jalzici* Morton & Bilandžija, 2013 - Sjeverni dinarski špiljski školjkaš

3. *Congeria mulaomerovici* Morton & Bilandžija, 2013 - Bosanski dinarski špiljski školjkaš

Porodica Dreissenidae pojavila se u Eocenu. Danas se sastoji od tri roda: *Dreissena*, *Mytilopsis* i *Congeria*. Rod *Dreissena* nativan je u tzv. Istočnom Paratetisu (dan su to nekoliko jezera na Balkanu, te Crnomorski i Kaspijski bazen), dok je rod *Mytilopsis* nativno rasprostranjen u Sjevernoj i Južnoj Americi. Oba su roda izuzetno invazivni pa tako nekoliko vrsta i *Dreissena* i *Mytilopsis* nalazimo daleko van originalnog areala gdje često nanose velike štete kako gospodarstvu tako i bioraznolikosti. Invazivna *Dreissena polymorpha* dolazi i u Hrvatskoj. Rod *Congeria* pojavio se u srednjem Miocenu u Panonskom moru gdje je prošao intenzivnu radijaciju te je poznato nekoliko desetaka vrsta koje su naseljavale gotovo sva staništa Panonskog bazena. Krajem Miocena, paralelno s isušivanjem Panonskog bazena, nestaju sve vrste roda *Congeria* iz fosilnog zapisa. U to vrijeme je, prema rezultatima molekularnog sata, datiran i posljednji zajednički predak špiljskih školjkaša. Danas su poznate tri vrste i sve su tri obligatori stanovnici podzemlja Dinarida (Bilandžija et al.).

## Morfološke značajke

### *Congeria kusceri*

Vrsta *Congeria kusceri* školjkaš je s ljušturom veličine do 20 mm. Aragonitna ljuštura sastoji se od dva sloja, vanjskog i unutarnjeg, sa homogenim lamelarnim strukturama. Ljuštura je svijetle boje, ovalna i prednjim krajem je izdužena u trokutasto ušiljen i zakriviljen vrh. Obje ljuštute Dinarskog špiljskog školjkaša jako su ispučene i zaobljene te nemaju greben, a na njima se izražene linije rasta. Tkivo i ljuštute su depigmentirani s malo osjetilnih organa. Receptori za svjetlo kao i statocisti su reducirani (Morton 1998).

### *Congeria jalzici*

Školjkaš *C. jalzici* ima malu ljušturu, veličine do 13mm. Ljuštura je generalno neznatno šira nego viša, ovalnog oblika i prednjim krajem je izdužena u trokutasto ušiljen i zakriviljen vrh. Periostracum je svijetlo smeđ (Bilandžija et al 2013). Morfologija ljuštute je izuzetno varijabilna i vrstu nije lako razlikovati od *C. kusceri*. Najočitije razlike nalaze se na



*Congeria kusceri*, foto:B. Jalžić



*Congeria jalzici*, foto: H. Bilandžija

Slika 1. Opći izgled

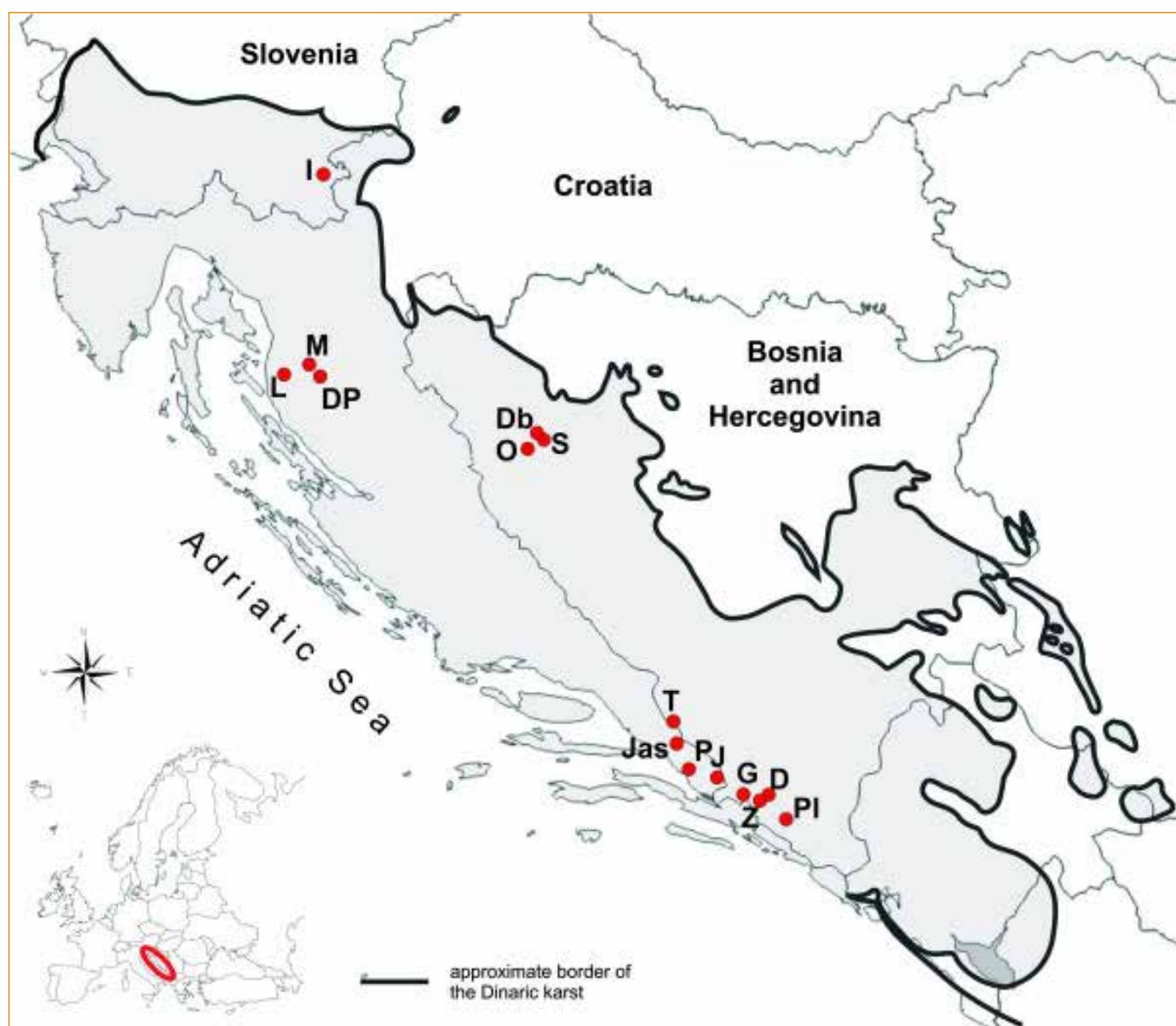
septumu i apofizi. Septum je kod *C. jalzici* daleko manji, a rub mu je zaobljen dok je kod *C. kusceri* ravan. Apofiza je kod *C. kusceri* veća i i nalazi se bliže septumu (Slika 7. iz Bilandžija et al., 2013).

## Područje rasprostranjenosti

### Područje rasprostranjenosti roda

Rod *Congeria* rasprostranjen je na području Dinarskoga krša, u Sloveniji, Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini. Žive populacije špiljskog školjkaša zabilježene su na 15 lokaliteta u 4 geografske regije (Slika 2).

Vrsta *Congeria kusceri* obitava u slivu rijeke Neretve u južnoj Dalmaciju i Hercegovini. Poznato je 8 lokaliteta sa živim populacijama, od čega su 3 u Hrvatskoj. Vrsta *Congeria mulaomerovici* obitava u slivu rijeke Sane u sjeverozapadnoj Bosni. Poznato je 3 lokaliteta. Vrsta *Congeria jalzici* obitava u slivu rijeke Like gdje su poznata 3 lokaliteta i u slivu rijeke Kupe u Sloveniji gdje je poznat jedan lokalitet.

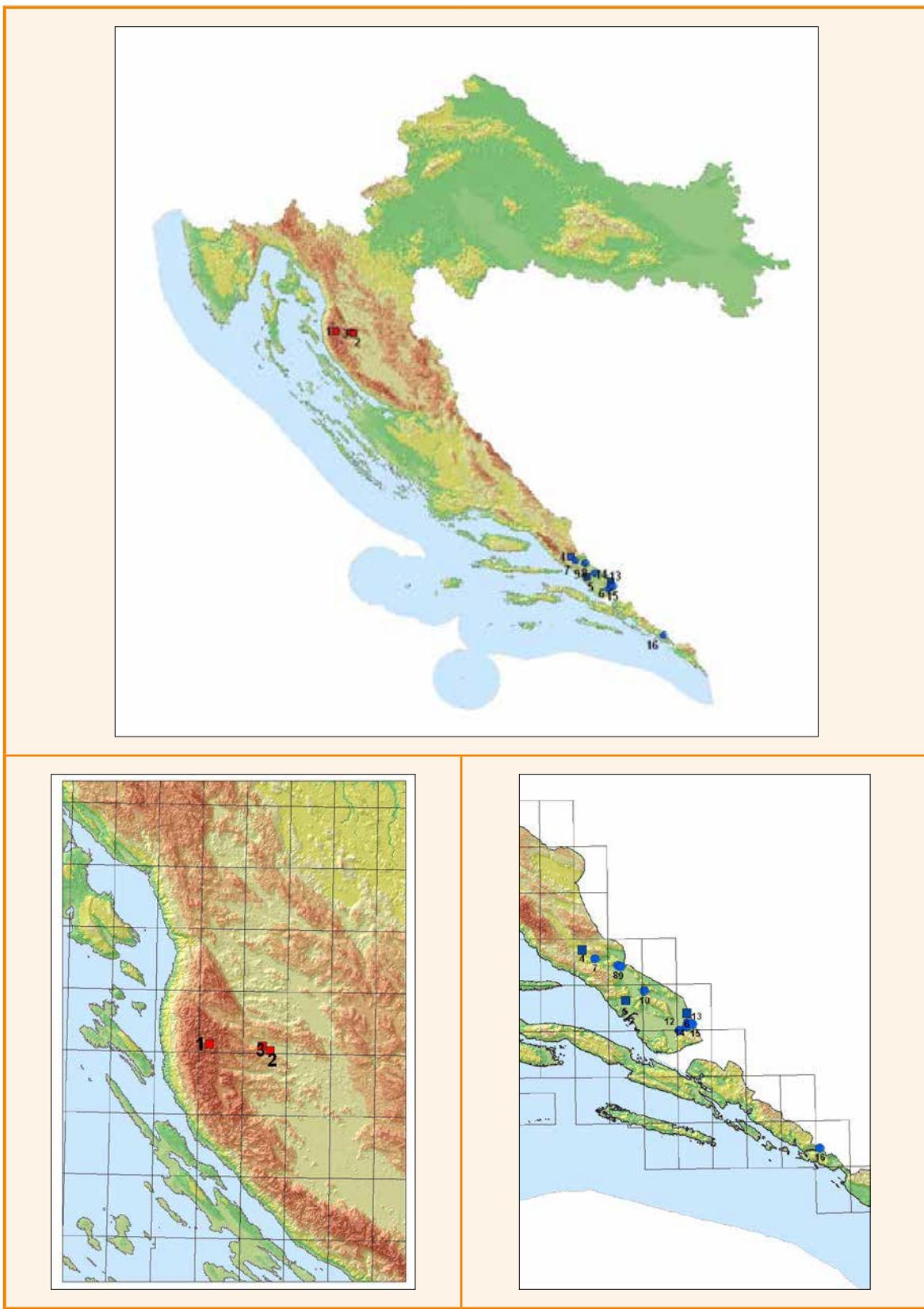


Slika 2. Karta rasprostranjenosti roda *Congeria* (Bilandžija et al. 2013). Označeni su samo lokaliteti sa živim populacijama. I - Izvir Jamske Školjke; M - Markov Ponor; L - Lukina jama-Trojama sustav; Dp - Dankov Ponor; O - Oko; S - Suvaja; Db - Dabarska Pećina; T - Tihaljina; Jas - Jasena Ponor; P - Pukotina u Tunelu Polje Jezero-Peračko Blato; J - Jama u Predolcu; G - Gradnica; Z - Žira; D - Doljašnica; Pl - Plitica.

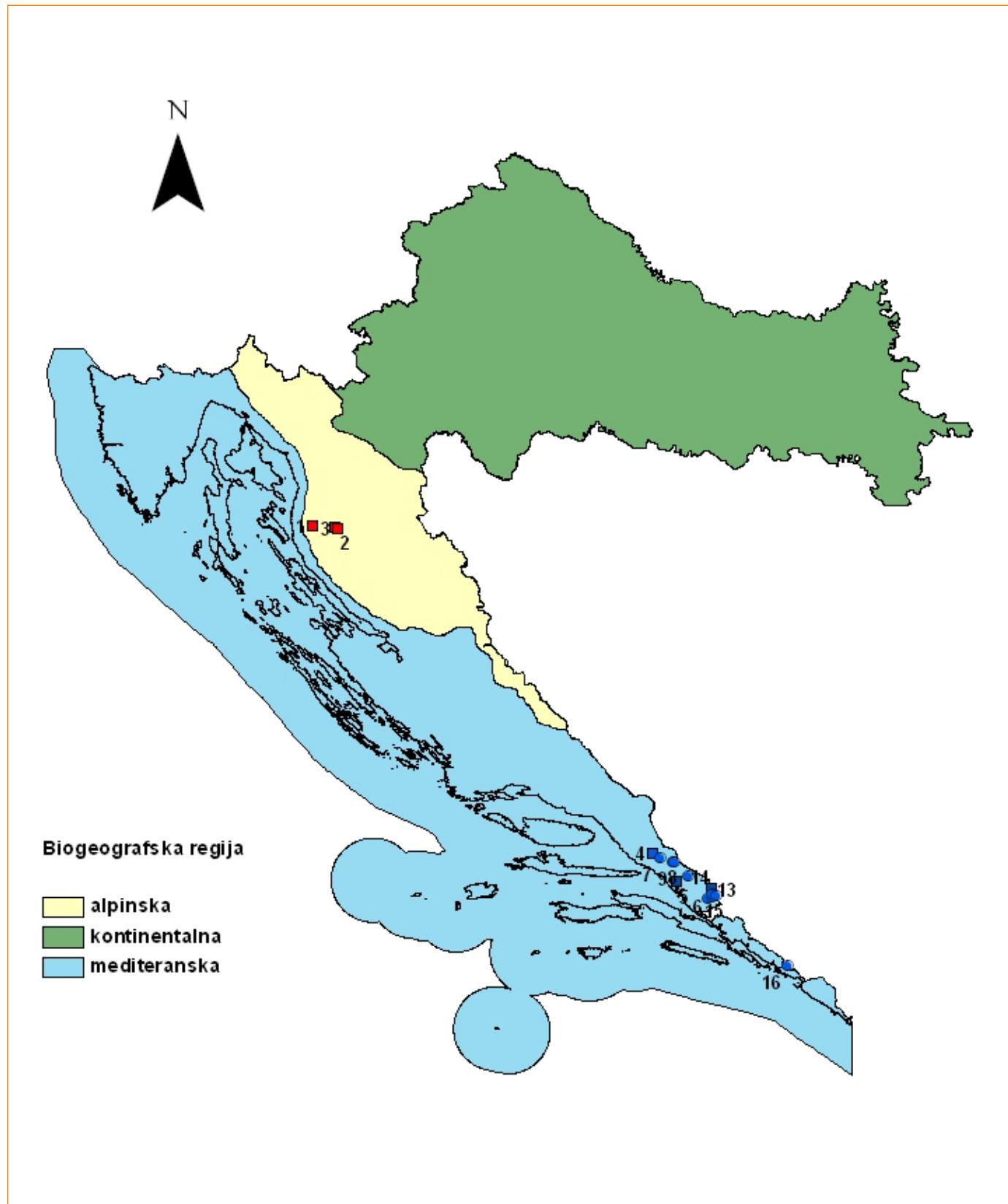


## Rasprostranjenost u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj ukupno je poznato 16 lokaliteta špiljskog školjkaša, većina od kojih su nalazišta ljuštura. Žive populacije zabilježene su na svega šest lokaliteta. U slivu rijeke Like su Markov ponor, Dankov ponor i Lukina jama - Trojama sustav gdje obitava vrsta *Congeria jalzici*. U slivu rijeke Neretve nalaze se lokaliteti vrste *C. kusceri*: Jasena ponor, Pukotina u tunelu polje Jezero - Peračko Blato i Jama u Predolcu (Tablica 1) (Jalžić & Bilandžija 2009).



Slika 3. Karta rasprostranjenosti, kvadratići - žive populacije, točke - ljuštture, crveno- *C. jalzici*, plavo - *C. kusceri*. Speleološki objekti su označeni brojevima, a popis se nalazi u Tablici 1.



Slika 4. Karta rasprostranjenosti u Hrvatskoj prema biogeografskim regijama: crveno- *C. jalzici*, plavo - *C. kusceri*. Speleološki objekti su označeni brojevima, a popis se nalazi u Tablici 1.



Tablica 1. Popis speleoloških objekata u kojima su zabilježeni školjkaši roda *Congeria*.

Broj na karti	Naziv speleološkog objekta	X	Y
1	Lukina jama**	4958065	5502477
2	Markov ponor**	4957901	5514368
3	Dankov ponor**	4956882	5516094
4	Jasena ponor*	4786582	6441644
5	Pukotina u tunelu polje Jezero -Peračko Blato*	4771106	6454314
6	Jama u Predolcu*	4766960	6472606
7	Marinović Betina‡	4783737	6445392
8	Izvor Butina‡	4781580	6452250
9	Izvor Stinjevac‡	4781322	6453026
10	Ponor Crni vir‡	4773825	6459990
11	Modro oko‡	4769,506	6460,488
12	Izvor-špilja kod kapelice Sv. Mihovila‡	4761850	6470190
13	Izvor Bijeli Vir‡	4762775	6472385
14	Izvor-špilja kod bunkera‡	4764009	6472601
15	Izvor u Glušcima‡	4763673	6474240
16	Vilina špilja - Ombla izvor sustav‡	4725760	6511618

\*\* objekti u kojima je zabilježena živa populacija *C. jalzici*  
 \* objekti kojima je zabilježena živa populacija *C. kusceri*  
 ‡ objekti u kojima su zabilježene samo ljuštture

## Ekologija vrste

### Abiotički čimbenici

Vrste *Congeria kusceri* i *C. jalzici* nastanjuju vodena (slatkovodna) krška špiljska staništa. Obitavaju u trajno potopljenim podzemnim prostorima. U periodu niskih razina voda dio školjkaša preživljava izvan vode, a visoka vlažnost zraka u podzemlju vjerojatno ima važnu ulogu tijekom tog razdoblja. Temperature i kolebanja podzemnih voda u pojedinim lokalitetima školjkaša praćene su uz pomoć mjernih sondi u okviru nekoliko projekata HBSD-a. Temperature podzemnih voda u kojima obitava *C. kusceri* kreću se od 7,2°C do 19,4°C (mjereno u Jami u Predolcu od 23.06.2010. do 16.09.2012. i u Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato u razdoblju od 18.09.2010. do 14.09.2012). U istom su razdoblju zabilježene promjene razine podzemnih voda. U Jami u Predolcu kolebanja nisu prelazila 2 metra dok je u Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato amplituda promjene razine vode iznosila 12 metara. *C. jalzici* obitava u vodama temperature od 2,1 do 10,5°C, ali su oscilacije razine vode znatno veće (mjereno u Markovom ponoru od 08.09.2010. do 21.09.2012.), pa je tako izmjereno podizanje razine podzemne vode za preko 50 metara (Bilandžija i Komerički, 2013).

## Stanište

Prema NKS klasifikaciji, špiljske školjkaše nalazimo u tipu Vodena krška špiljska staništa - Podzemne tekućice i Podzemne stajačice.

- Endogene podzemne rijeke (NKS: H.1.3.1.2.) - podzemne tekućice koje sezonski plave podzemne prostore donoseći sa sobom organsku tvar nužnu za opstanak podzemnih organizama - plivajućih i sjedećih oblika. Endogene podzemne rijeke potječu od sakupljene vode iz zone filtracije, a mogu izlaziti na površinu u vidu različitih tipova izvora.
- Egzogene podzemne rijeke (NKS: H.1.3.1.3.) - podzemne tekućice koje sezonski plave podzemne prostore donoseći sa sobom organsku tvar nužnu za opstanak podzemnih organizama - plivajućih i sjedećih oblika. Egzogene podzemne rijeke potječu od površinskih rijeka koje ulaze u podzemlje putem ponora i u kišnom razdoblju sa sobom donose veliku količinu hranjivih tvari s površine u podzemne objekte, te osiguravaju hranjive tvari za mnoge podzemne vodene organizme.
- \*Podzemna jezera (NKS: H.1.3.2.1.) - jezera s vodom različitog volumena (površine, dubine i širine). Dno može biti od pijeska, kalcitnog praha i glinaste ilovače. Na takvim mjestima razvijaju se mnogo bogatije zajednice beskralješnjaka koje nastanjuju dno - bentoske zajednice, te vrlo sitne životinje koje lebde u slobodnoj vodi - planktonske zajednice.

\*Podzemna jezera možemo samo uvjetno navesti kao tip staništa gdje obitavaju školjkaši, jer u Nacionalnoj klasifikaciji staništa nije opisano stanište u kojem školjkaši zapravo obitavaju, a koje je veći dio godine tekuće i samo sezonski stajače. Svi lokaliteti špiljskih školjkaša, u Hrvatskoj i drugdje, imaju karakter podzemnih tekućica s povremenom stajaćom fazom tijekom razdoblja niskih razina voda. Trajne podzemne stajačice nisu povoljno stanište za opstanak špiljskih školjkaša.

Prema NATURA 2000 klasifikaciji ovakvi speleološki objekti pripadaju tipu 8310 Špilje zatvorene za javnost (Gottstein 2010).

## Biotički čimbenici

Biotički su čimbenici daleko slabije poznati. Specifično za školjkaše te vrlo rijetko u podzemlju uopće je da, kao i špiljski cjevaši vrste *Marifugia cavatica*, tvore relativno velike zajednice na pojedinim lokalitetima. To upućuje na povoljne uvjete u ovim lokalitetima. Osobito količina raspoložive hrane mora biti znatna da bi mogla podržavati tako velike i guste populacije. Na svom lokalitetima uz školjkaše dolaze i cjevaši *Marifugia cavatica* te razne vrste podzemnih rakušaca rodova *Troglocaris*, *Monolistra* i *Niphargus*. Predatori i paraziti nisu poznati, kao niti čime se točno školjkaši hrane.

## **Biologija vrste**

Brojni aspekti njihove biologije nisu poznati. Špiljski školjkaši žive pričvršćeni na podlogu bisusnim nitima. Prema dužini bisusnih niti i morfologiji ventralnog dijela ljuštture može se zaključiti da se kreću vrlo malo ili uopće ne. Kao i ostali školjkaši hrane se sitnim organskim česticama do kojih dolaze filtriranjem vode (Morton, 1998). Detaljna istraživanja nisu provedena te nije poznato što je točno osnova njihove dijete (bakterije, planktonski organizmi ili nešto treće).

Jedina populacija čija je veličina procijenjena je u Jami u Predolcu. Procjenjeno je da тамо obitava preko 70 000 jedinki vrste *Congeria kusceri* (Bilandžija i Komerci, 20112, Komerci et al. 20110). U samoj jami dolaze na svim dubinama, ali nisu jednoliko rasprostranjene po svuda. Rjeđe su na ravnim i glatkim stijenama nego na razvedenima. Najčešće dolaze u agregatima, što je vjerojatno povezano s načinom razmnožavanja.

## Životni ciklus i životni vijek

Istraživanja ovoga tipa su provedena na vrsti *C. kusceri* na uzorcima prikupljenim u Jami u Predolcu, dok za *C. jalzici* nikakvi podaci ne postoje. Jedinke *C. kusceri* su uglavnom razdvojenog spola, a samo je manji dio populacije hermafroditni. Jedan reproduktivni ciklus traje godinu dana. Ženke proizvode velika lecitotrofna jajašaca. Zrele



ocite ispuštaju u ktenidije gdje se vrši oplodnja i rani embrionalni razvoj. Ličinke kasnog PR2 stadija se ispuštaju kroz porođajni kanal, a nastavak razvoja se odvija u plaštanim džepovima. Juvenilni školjkaši napuštaju majku kroz ulazni sifon i nastavljaju samostalnim životom (Morton & Puljas, 2013).

Rezultati istraživanja dinamike rasta i starosti *C. kusceri* upućuju da jedinke ove vrste mogu živjeti i duže od 50 godina. Seksualno zrele ženke zabilježene su u rasponu dužina od 6.0-17.0 mm, a seksualno zreli mužjaci u rasponu dužina od 5.0-15.4 mm. Kod najmanjih uzorkovanih mužjaka (<5 mm dužine) zabilježene su samo gonade u stadijima sazrijevanja, koje nisu bile u zrelom stadiju niti u periodu intenzivnog mrijesta. Jedinke dužine između 6 i 7 mm stare su između 9 i 12 godina, odnosno vrsta dostiže spolnu zrelost nakon otprilike deset godina života.

### Pritisci, prijetnje i razlozi ugroženosti

Glavni pritisci i prijetnje odnose se na ugrozu staništa uslijed ljudskih djelatnosti. Prijetnju staništima školjkaša predstavlja uništavanje špilja i jama izgradnjom prometnica, kamenoloma, tunela; promjene kvalitete staništa uslijed raznih zahvata, npr. turističkim uređenjima i zahvatima elektroprivrede kojima se mjenjaju hidrološki odnosi i vodni režim. Razna onečišćenja, (komunalne industrijske i kanalizacijske vode, korištenje pesticida i drugih kemikalija u poljoprivredi, neadekvatno odlaganje otpada) na krškim područjima mogu imati direktni i indirektni utjecaj na podzemna staništa. Naime, krška područja kompleksna su zbog izrazite povezanosti nadzemnih i podzemnih vodenih tokova te je za njih karakteristična gotovo nikakva mogućnost samopročišćavanja. Zbog toga se svakim onečišćenjem vode na površini zagađuju i podzemne vode, potencijalno na velikim udaljenostima.

Špiljski školjkaši su izuzetno dugovječne životinje, a spolnu zrelost doživljavaju tek nakon 10 godina starosti. Zbog toga te zbog vrlo malog broja potomaka godišnje možemo zaključiti da imaju malen kapacitet brzog oporavka populacija.

Zbog vrlo malog broja lokaliteta, opadanja broja populacija i niza antropogenih promjena koje su utjecale ili utječu na stanište, *Congeria kusceri* je procjenjena **kritično ugroženom vrstom (CR)** prema IUCN kriterijima A2ac+3c. Slivno je područje rijeke Neretve intenzivno hidrotehnički promijenjeno gradnjom brana i hidroelektrana. Većina je izvora uz desnu obalu rijeke Neretve nakon zahvata na Trebišnjici u Popovu polju presušila. Također, prema iskazima lokalnog stanovništva vodostaj u Jami u Predolcu je nekih 10 m niži nego prije izgradnje brane na Trebišnjici. Jama u Predolcu je izložena i drugim antropogenim utjecajima, jer se nalazi usred grada Metkovića te je nedavno i turistički uređena bez adekvatne studije i procjene nultog stanja. Također, u jesen 2012 godine zabilježena je hiperprodukcija u Jami u Predolcu. Voda je u podzemnim jezerima smrdila, a svi su zidovi te sjedilačka fauna bili prekriveni presvakom nepoznatog sastava (bakterijski film?). Također su se pojavile do tad nezabilježene vrste životinja te se se poremetili odnosi među poznatim životinjama gdje je brojnost stigoksene populacije spužvi i kozica izuzetno porasla u odnosu na stigobionte. Prema Sketu, porast brojnosti stigokse upućuje na pad kvalitete podzemnih staništa i može dovesti do netsanka stigobionata na pojedinim lokalitetima. Nije utvrđen točan uzrok navedenih promjena u Jami u Predolcu, ali sam incident ukazuje na veliku brzinu kojom se promjene mogu dogoditi, a koje bi mogle ozbiljno našteti stigobiontima stanovnicima te potencijano uništiti one sesilne poput školjkaša. Lokaliteti na lijevoj strani sliva rijeke Neretve nalaze se u regiji intenzivne poljoprivrede i školjkaši su potencijalno izloženi nizu antropogenih zagađenja. Podzemne vode u Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato dreniraju se iz polja Rastoke i Jezero koja su intenzivno melionirana i poljoprivredno obradivana. Promjene režima podzemnih voda (skretanjem podzemnih tokova i promjenom razina podzemnih voda) ili njihove kvalitete (onečišćenjem komunalnim vodama, uporabom pesticida i gnojiva) mogle bi nepovratno ošteti ovu populaciju. Školjkaši su nestali s dva lokaliteta u slivu Neretve: Ponor crni vir koji se nalazi na lijevoj i Izvor špilja kod kapele Sv. Mihovila na desnoj strani rijeke. Kod Izvora se može pretpostaviti da je proširenje ulaza te povećanje količine svjetla u malom jezeru nedaleko ulaza moglo dovesti do nestanka školjkaša ali nikakvih indikacija o tome što se dogodilo u ponoru nemamo. Generalno možemo zaključiti da se promjene koje imaju negativan utjecaj na ovu vrstu događaju u čitavom slivu rijeke Neretve.

Rijeka Lika te vrsta *Congeria jalzici* je također pretrpila hidrotehničke zahvate, a u planu su dodatni. U Markovom je ponoru otkriven sloj mrtvih ljuštura debljine 0.5-1 m koji bi mogao biti posljedica izgradnje brane kod Kruščice. Bilo kakvi naredni hidrotehnički zahvati mogli bi dovesti do daljnje redukcije ili čak potpunog uništenja ove populacije. Koliko su utjecaj hidrotehnički zahvati na Ličkom polju imali na populaciju u Lukinoj jami nije moguće utvrditi. U



svakom slučaju, ova je populacija nesumnjivo hidrološki povezana s poljima u zaleđu Velebita (Ličko, a možda i Gacko) pa svaka intervencija na tom području može imati negativan učinak na školjkaše u Lukinoj jami.

### Potrebne mjere očuvanja

- ne mijenjati stanišne uvjete u speleološkim objektima, u njihovom nadzemlju i njihovoj neposrednoj blizini i poboljšati ih ako su nepovoljni
- izbjegavati gospodarske i poljoprivredne djelatnosti u blizini objekata
- otkloniti izvore i spriječiti daljnja zagađenja podzemnih voda u slivnim područjima poznatih lokaliteta
- poticati i subvencionirati ekološku poljoprivredu u slivnim područjima svih lokaliteta, posebno u poljima Rastoke i Jezero
- spriječiti daljnje hidrotehničke zahvate u slivnim područjima poznatih lokaliteta, osobito u Ličkom i Gackom polju. Ako ipak dođe do intervencija u blizini poznatih lokaliteta ugraditi zaštitu vrste u Ocjenu prihvatljivosti zahvata za prirodu i posebnim tehničkim rješenjima omogućiti njen neugrožavanje i opstanak
- izraditi studiju utjecaja i odrediti početno stanje u Jami u Predolcu te detaljno pratiti promjene nastale uslijed turističke eksploracije. Ukoliko do njih dođe i negativno se odraze na populaciju školjkaša spriječiti daljnju turističku eksploraciju tog lokaliteta
- trajno pratiti kvalitetu i razinu podzemnih voda i stanje populacija na svim lokalitetima
- provesti daljnja istraživanja areala, biologije i ekologije vrste
- ugraditi zaštitu vrste i lokaliteta u vodoprivrednu osnovu i prostorne planove
- educirati lokalno stanovništvo o značaju ove vrste te podzemnih voda i staništa općenito

### Status zaštite sukladno nacionalnom zakonodavstvu

#### Zakon o zaštiti prirode (N 70/05, 139/08, 57/11, 80/13)

Vrsta je proglašena strogo zaštićenom Pravilnikom o strogo zaštićenim vrstama.

#### Dodaci Direktive o staništima

Špiljski školjkaši nalaze se na Dodatku II i Dodatku IV Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore. Vrsta se nalazi na **Prijedlogu Natura 2000 područja u RH** kao ciljna vrsta s Dodatka II i Dodatka IV.



# NACIONALNI PROGRAM MONITORINGA ZA ALPINSKU BIOGEOGRAFSKU REGIJU

Prikupljanje podataka potrebnih za ocjenu stanja očuvanosti vrste *Congeria jalzici* (za parametre područje rasprostranjenosti, populacija, stanište za vrstu i izgledi za budućnost prema članku 17. Direktive o staništima) zasniva se na kartiranju rasprostranjenosti, praćenju populacija na odabranim postajama, praćenju stanja staništa važnih za očuvanje vrste te dodatnom znanstvenom istraživanju.

Za provođenje svih aktivnosti navedenih u shemi praćenja vrste, potrebna je dozvola nadležnog Ministarstva zaštite okoliša i prirode.

## Kartiranje rasprostranjenosti

Osnovna svrha kartiranja je prikupiti podatke o stvarnoj rasprostranjenosti vrste *Congeria jalzici* u Hrvatskoj. Ovi podaci nužni su za procjenu parametra "područje rasprostranjenosti". Specifični ciljevi su:

1. Potvrditi prisutnost vrste i na topografskom nacrtu mapirati točan položaj školjkaša u speleološkim objektima u kojima je vrsta ranije zabilježena. Uz pomoć ovih podataka bi se prilikom prvog šestogodišnjeg razdoblja dobio uvid u točan položaj školjkaša u poznatim speleološkim objektima. Kasnije bi ti podaci omogućili uniformno praćenje promjena na svakom lokalitetu.
2. Utvrditi prisutnost vrste na potencijalnim nalazištima tj. za ovu vrstu neistraženim povoljnim staništima.

Kartiranje rasprostranjenosti potrebno je izvoditi svakih šest godina.

### Upute za rad na terenu

- Tko može provoditi kartiranje / minimalno potrebno znanje i kvalifikacije:

Kartiranje mogu provoditi biospeleolozi te sve osobe obučene za pronalaženje i raspoznavanje ciljne vrste, pod uvjetom da su imaju osnovnu speleološku obuku (završenu speleološku školu ili tečaj), a potencijalno i završen ronilački tečaj te iskustvo u speleoloronjenju.

- Tip staništa i odabir lokaliteta za kartiranje:

Kartiranje i mapiranje položaja *C. jalzici* potrebno je provesti u svim do sada poznatim speleološkim objektima unutar alpinske biogeografske regije u kojima postoje podaci o prisutnosti vrste te potencijalnim povoljnim podzemnim staništima. Ciljani tip staništa su speleološki objekti (stanišni tip 8310 Špilje i jame zatvorene za javnost) koji sadrže podzemne rezervoare vode i akvatička staništa te izvori u koje nije uvijek moguće ući.

- Razdoblje za provođenje kartiranja:

U vrijeme najnižih vodostaja: najbolje kraj ljeta, rana jesen.

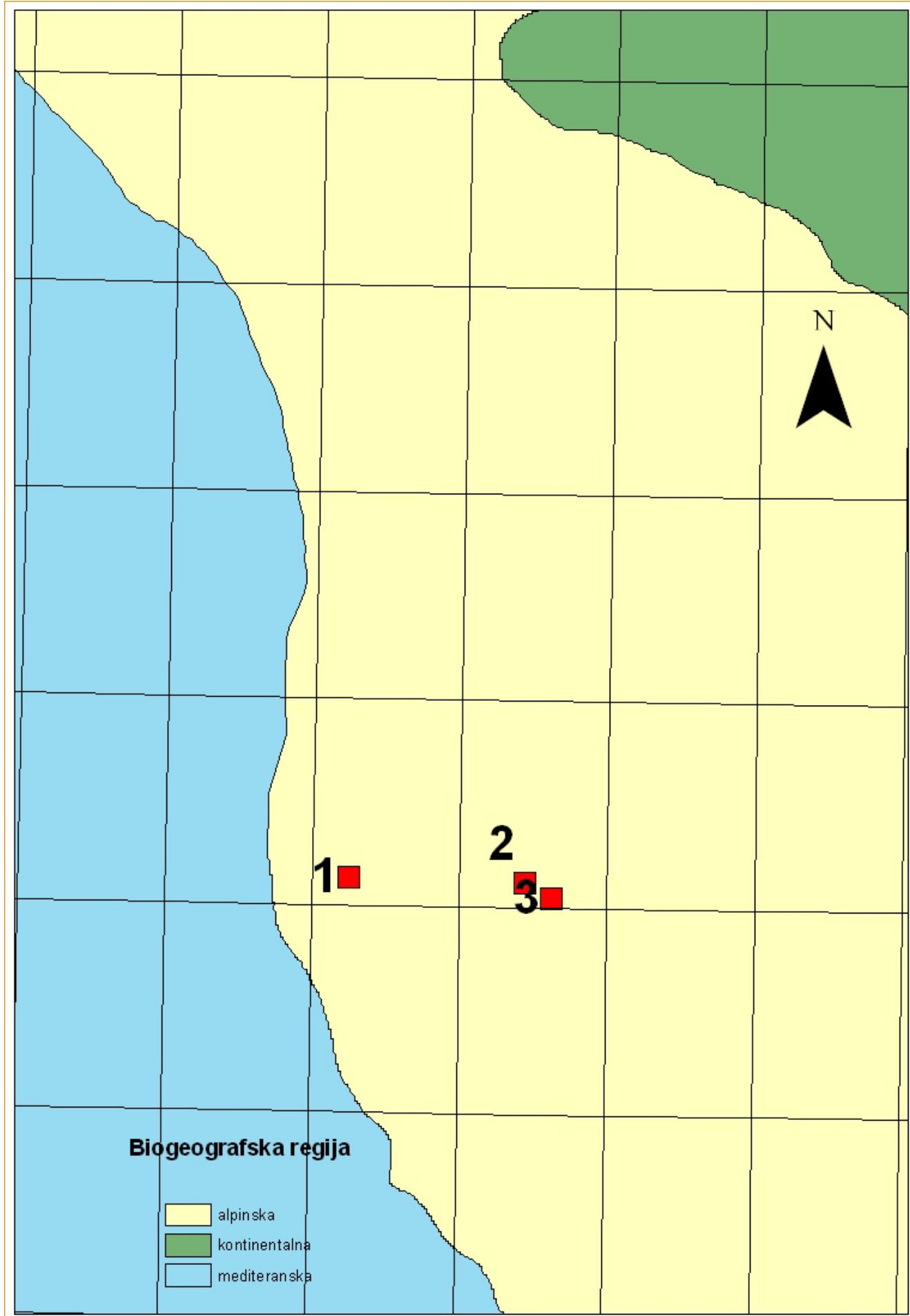
### Predloženi plan provedbe kartiranja

Kartiranje vrste *Congeria jalzici* i mapiranje položaja provodi se na lokalitetima na kojima je vrsta dosad zabilježena: Lukina jama, Markov ponor i Dankov ponor (Slika 5.) te na potencijalnim nalazištima tj. za ovu vrstu neistraženim povoljnim staništima u slivu rijeke Like. Svi speleološki objekti za ovu vrstu nalaze se unutar alpinske biogeografske regije te se kartiranje za sjevernog dinarskog školjkaša odnosi samo na ovu regiju. Kartiranje se provodi jednom u šestogodišnjem ciklusu s iznimkom Lukine jame za koju se zbog zahtjevnosti i kompleksnosti istraživanja kartiranje predviđa jednom u pet šestogodišnjih ciklusa. Također u slučaju većeg hidrotehničkog zahvata u slivu rijeke Like i Ličkom polju potrebno je poduzeti izvanredna istraživanja, u smislu dodatnih obilaženja svih lokaliteta prije zahvata te nekoliko godina za redom nakon zahvata, po procjeni stručnjaka

### Materijali i metode

#### **Kartiranje špiljskih školjkaša**

Špiljski školjkaši nastanjuju vodena (slatkovodna) krška špiljska staništa. Zahvaljujući činjenici da imaju tvrde ljuštture moguće je utvrditi prisutnost vrste pregledom sedimenata u špiljama i u izvorima. Ukoliko se prisutnost vrste utvrdi na



Slika 5. Karta sa speleološkim objektima za kartiranje rasprostranjenosti vrste *C. jalzici* u alpinskoj biogeografskoj regiji.



određenom lokalitetu i moguće je doći do podzemne vode, potrebno je koristiti tehniku speleoronjenja te metodom opažanja ustanoviti je li prisutna živa populacija. U periodima niskih voda, kada se jedinke školjkaša nalaze van vode moguće je bez ronjenja, samo uz korištenje speleoloških tehnika doći do mjesta gdje je povoljno stanište te tamo opažanjem utvrditi prisutnost vrste.

Ukoliko će se uzorkovati materijal, sakupljene jedinke treba pohraniti u nepropusnim bočicama za uzorke s odgovarajućim fiksativom te na etiketi zabilježiti točan lokalitet, datum, legatora (sakupljača) i fiksativ.

Uz utvrđivanje prisutnosti vrste bilježit će se i položaj školjkaša u poznatim lokalitetima. U tu je svrhe potrebno mapirati na topografskom nacrtu točan položaj špiljskih školjkaša unutar svakog poznatog lokaliteta. Nacrte je potrebno pribaviti od speleoloških društava i autora ili, ako ne postoji, izraditi. Ovi nacrti su važni, jer su pojedini speleološki objekti značajno razvedeni i veliki, a školjkaši u njima nisu uniformno rasprostranjeni već se nalaze u nakupinama na pojedinim mjestima unutar tih lokaliteta. U kasnijim razdobljima praćenje bi uz pomoć ovih detaljnih nacrta moglo biti uniformno i ne bi ovisilo o prethodnom iskustvu osoba koje provode monitoring.

### **Karakterizacija i praćenje staništa**

U svim speleološkim objektima u kojima je zabilježena populacija špiljskih školjkaša izmjerit će se osnovni fizikalno-kemijski parametri podzemnih voda (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) te u grubo zabilježiti razina podzemnih voda. Bilježiti će se i fotodokumentirati sve promjene u i oko samog speleološkog objekta, a koje potencijalno utječu na kvalitetu podzemnih staništa i populaciju špiljskih školjkaša. Prisustvo živih školjkaša će se detaljno mapirati na nacrtu speleološkog objekta. Ukoliko se pronađu novi lokaliteti, izraditi će se topografski nacrt speleološkog objekta kako bi se na njemu mogao ucrtati točan položaj špiljskih školjkaša. Također će se bilježiti prisustvo prateće vodene faune. Kod lokaliteta koji su nalazišta ljuštura bilježit će se prisustvo/odsustvo ljuštura u sedimentu.

Na svakom lokalitetu potrebno je detaljno bilježiti i pratiti karakteristike staništa prema zadatom terenskom obrascu (Prilog 1). To uključuje dvije osnovne komponente:

#### **1. Osnovni podaci o staništu**

- Mjesto opažanja (razine i fizikalno kemijskih parametara vode)
- Razina podzemne vode (visoka, niska, dio populacije školjkaša na suhom ili ne)
- Fizikalno-kemijski parametri podzemne vode (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) i korištene metode/instrumenti
- Fotodokumentacijski materijal
- Prisutnost prijetnje/ugroze u speleološkom objektu
- Prisutnost prijetnje/ugroze na površini, a koja bi mogla utjecati na kvalitetu podzemne vode i špiljske školjkaše
- Nacrt/skica speleološkog objekta ukoliko je riječ o novo-otkrivenom lokalitetu

#### **2. Faunistički podaci**

- Prisustvo/odsustvo školjkaša na prije zabilježenim mjestima mapiranim na nacrtu speleološkog objekta ukoliko je riječ o živoj populaciji
- Prisustvo školjkaša na nezabilježenim mjestima unutar lokaliteta ukoliko je riječ o živoj populaciji
- Prisustvo školjkaša točno mapirano na nacrt spelološkog objekta ukoliko je riječ o novom lokalitetu
- Prisustvo/odsustvo ljuštura u sedimentu ukoliko je riječ o nalazištu ljuštura, bilo da je novo ili od prije poznato
- Prisustvo prateće stigoksene faune
- Prisustvo prateće stigofilne faune
- Prisustvo prateće stigobiontne faune

### **Popis potrebnog pribora za kartiranje**

- GPS
- Terenski obrazac
- Nacrt speleološkog objekta (ako postoji)
- Oprema za izradu nacrta speleološkog objekta (ako nacrt ne postoji): padomjer, kompas, laser ili mjerna traka,

podloga za milimetarski papir, milimetarski papir, olovka i gumica za brisanje, kutomjer

- Obična olovka
- Paus i obični papir
- Nepropusne bočice za uzorke
- Etanol ili drugi fiksativi
- Konop
- Škarice/nožić, pincete te ostala oprema za sakupljanje faune
- Gumene čizme (visoke i niske)
- Fotoaparat
- Uređaji za mjerjenje fizikalno-kemijskih parametara vode ili posude za uzorkovanje vode ukoliko se parametri neće mjeriti in situ
- Kaciga s rasvjetom (čeona lampa)
- Osobna speleološka oprema: speleološki pojas, prsni pojas/navez, peljalica za uže (Croll), penjalica (bloker), Stop descender, delta (centralni karabiner s maticom), pupak (duži i kraći), pomoćni karabineri...)
- Grupna speleološka oprema (statička užad, gurtne, karabineri, ostala oprema za postavljanje jama)
- Po potrebi ronilačka oprema: odijela, podvodna rasvjeta, boce za zrak, regulatori, arijadnina nit, maske, peraje itd.

#### Broj ljudi/dana potrebnih za provođenje kartiranja

Unutar šest godina posjetit će se i istražiti Dankov ponor i Markov ponor. Svaki lokalitet podrazumjeva barem 1 dan i minimalno 5 osoba za istraživanja u pojedinom speleološkom objektu što čini 10 osoba/dana. Također za istraživanje potencijalno novih nalazišta u alpinskoj regiji u Hrvatskoj predlažemo 7 dana istraživanja i minimalno 5 osoba (35 osoba/dana). Ukupno 5 osoba i 9 dana istraživanja što čini 45 osoba/dana u šestogodišnjem periodu. U slučaju istraživanja Lukine Jame koje će se provoditi jednom u pet šestogodišnjih ciklusa, potrebno je minimalno 25 ljudi u 25 dana (625 osoba/dana). Iznimno, u slučaju većeg hidrotehničkog zahvata u slivu rijeke Like ili pojavu druge ugroze u Ličkom polju potrebno je poduzeti izvanredna istraživanja i dodatno obići sve lokalitete prije zahvata te nekoliko godina za redom nakon zahvata, po procjeni stručnjaka, potrebno je još dodatnih osoba/dana.

#### Terenski obrazac

Za svaki istraživani lokalitet potrebno je ispuniti pripremljeni terenski obrazac koji uključuje metodologiju prikupljanja podataka, rezultate kartiranja školjkaša i karakterizaciju njihovih staništa (Prilog 1).

#### **Praćenje stanja na odabranim lokalitetima**

Praćenjem stanja uz pomoć standardizirane metodologije prikupljati će se podaci o veličini i strukturi populacija te kvaliteti staništa kako bi se mogli procijeniti dugoročni trendovi tih parametara. Ti su podaci potrebni za procijenu parametara: populacija, stanište za vrstu i izgledi za budućnost.

#### Upute za rad na terenu

- Tko može provoditi praćenje / minimalno potrebno znanje i kvalifikacije:

Osoba mora biti detaljno upoznata s metodologijom uzorkovanja te biti u mogućnosti prepoznati ciljnu vrstu. Također, osoba treba imati obrazovanje iz područja biologije te poznavati speleološke tehnike, a po potrebi i speleoronilačke. Budući da biospeleološka i speleoloronilačka istraživanja spadaju u najteža i najkomplikiranija istraživanja, ona traže visoku psihofizičku spremu istraživača, poznavanje standardnih speleoloških tehnika za savladavanje speleoloških objekata (uz pomoć položene speleološke škole), a potrebna je i specifična te često skupa oprema. Praćenje je vremenski ograničeno i dosta zahtjevno te je zamišljeno da ga provode stručnjaci s prethodnim iskustvom na sličnim istraživanjima, prije svega biospeleološkim. Ukoliko u istraživanju ima potrebe za ronjenjem, posebno je važno da osoba osim položenog tečaja ima iskustva i u ronjenju u speleološkim objektima. Također, potrebno je biti obučen



za rukovanje uređajima za mjerjenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode te po potrebi trajnim sondama za mjerjenje temperature i razine vode. Za provođenje laboratorijskog dijela istraživanja i analize materijala potrebni su znanstvenici s iskustvom u malakologiji i histologiji.

- Odabrani lokaliteti za praćenje stanja

U alpinskoj biogeografskoj regiji za praćenje stanja vrste *Congeria jalzici* i staništa odabran je jedan speleološki objekt: Markov ponor na Lipovom polju u Lici.

- Planirana vremenska dinamika praćenja:

Osnovno praćenje vrste i staništa u Markovom ponoru biti će provedeno jednom svake dvije godine u prvom šestogodišnjem periodu i to u kasno ljetu/ranu jesen (između kolovoza i listopada). Nakon toga se dinamika praćenja može revidirati i po potrebi promijeniti.

### Materijali i metode

#### **Praćenje špiljskih školjkaša**

##### Osnovno praćenje

Praćenje vrste *C. jalzici* uključivat će određivanje reproduktivnog statusa populacije u Markovom ponoru. Prije samog sakupljanja materijala potrebno je na nacrtu odabrati 3 od ukupnog broja lokacija gdje dolaze špiljski školjkaši, a koje se nalaze u različitim dijelovima špilje. Na te je tri lokacije potrebno nasumično sakupiti 20 jedinki u rasponu veličina u kojem dolaze reproduktivno zrele jedinke *C. jalzici*, koji će biti utvrđen u znanstvenim istraživanjima. Na svakoj je lokaciji potrebno izmjeriti temperaturu vode, jer su o njoj ovisni razvoj gonada te ispuštanje gameta vrste *C. kusceri*. Uzorkovanje je, ukoliko je to moguće, potrebno napraviti u dijelu godine kada se u znanstvenim istraživanjima utvdi da je vrhunac reproduktivnih aktivnosti. Ukoliko to nije moguće, nakon prvog šestogodišnjeg razdoblja, izraditi će se nove smjernice.

Svakoj će se jedinki izmjeriti dužina, širina i visina te će se napraviti histološki preparati i analizirati gonade i škrge kao bi se utvrdio reproduktivni status populacije. Za svaku će se jedinku pratiti sljedeći parametri (Tablica 2); spol, stadij u razvoju gonada, prisutnost gameta, prisutnost oplođenih jajašaca i ličinki u škrgama ženki, prisustvo ličinki u plaštenoj šupljini. Prema odnosu spolova i stadiju razvoja gonada procijenit će se status reproduktivnog ciklusa, a prisustvo oplođenih jajnih stanica i ličinki u škrgama i u plaštenoj šupljini će potvrditi razvoj nove generacije.

Tablica 2. Parametri reproduktivnog ciklusa koji će se pratiti za vrstu *C. jalzici*

Jedinka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SPOL (ž/M/H)																				
RAZVOJNI STADIJ GONADA (I-V)																				
SPERMA U ŠKRGAMA MUŽJAKA																				
SPERMA U ŠKRGAMA ŽENKE																				
JAJAŠCA U ŠKRGAMA ŽENKI																				
OPLOĐENA JAJAŠCA U ŠKRGAMA ŽENKI																				
LIČINKE U ŠKRGAMA ŽENKI																				
LIČINKE U PLAŠTENOJ ŠUPLJINI																				

#### Izvanredno praćenje

U slučaju da inicijalni rezultati praćenja stanja ukažu na negativan trend u populacijskoj dinamici ili se pojavi ozbiljna prijetnja opstanku školjkaša u slivnom području Like (daljnji hidrotehnički zahvati, pojava velikog onečišćivača) potrebno je ponoviti istraživanja svake godine dok se ne utvrđi da se trend kretanja populacije promjenio u pozitivan ili dok se prijetnja ne ukloni.

Ukoliko se negativni trendovi u nekoj populaciji zadrže kroz duže razdoblje, moguće su ozbiljne dugoročne posljedice. Stoga, ukoliko se negativno trendovi u Markovom ponoru zabilježe u dva šestogodišnja perioda uzastopno, potrebna je nova procijena genetičke raznolikosti i usporedba s početnim stanjem kako bi se utvrdilo da li je došlo do gubitka genetske raznolikosti, ako da u kojoj mjeri, koja je promjena efektivne veličine populacije te da li prisutna razina genetske raznolikosti omogućuje dugoročnu vjabilnost populacija.

Nakon prvog šestogodišnjeg razdoblja potrebno je revidirati postojeći i potencijalno donijeti novi program praćenja vrste *C. jalzici*. On će ovisiti o uspjehu realizacije ovog plana i o rezultatima znanstvenih istraživanja.

#### Karakterizacija i praćenje staništa

##### Osnovno praćenje

U Markovom će se ponoru izmjerit osnovni fizikalno-kemijski parametri podzemnih voda (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) te u grubo zabilježiti razina podzemnih voda. Bilježiti će se i fotodokumentirati sve promjene u i oko samog speleološkog objekta, a koje potencijalno utječu na kvalitetu podzemnih staništa i populaciju špiljskih školjkaša. Prisustvo školjkaša će se detaljno mapirati na nacrtu speleološkog objekta. Ukoliko se pronađe novi položaj školjkaša u Markovom ponoru, dodat će se na topografski nacrt speleološkog objekta. Također će se bilježiti prisustvo prateće vodene faune.

##### Izvanredno praćenje

U slučaju da se u slivnom području rijeke Like dogodi neki veći zahvat koji bi se mogao negativno odraziti na populaciju školjkaša (poput dalnjih hidrotehničkih zahvata, pojava industrije koja bi mogla zagaditi vode i sl.) postavit će se trajni uređaji za mjerjenje temperature i razine podzemnih voda u Markov ponor kao referentni lokalitet za vrstu *C. jalzici*. Također će se od Hrvatskih voda i Državnog hidrometeorološkog zavoda prikupiti podaci o kvaliteti voda u slivnom



području za 6 godina unatrag koji će poslužiti kao referentne vrijednosti za promjene koje su ili će nastupiti uslijed spomenutog većeg zahvata.

Detaljno će se bilježiti i pratiti karakteristike staništa prema zadanom terenskom obrascu (Prilog 1). To uključuje dvije osnovne komponente:

#### 1. Osnovni podaci o staništu

- Mjesto opažanja (razine i fizikalno kemijskih parametara vode)
- Razina podzemne vode (visoka, niska, dio populacije školjkaša na suhom ili ne)
- Fizikalno-kemijski parametri podzemne vode (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) i korištene metode/instrumenti
- Fotodokumentacijski materijal
- Prisutnost prijetnje/ugroze u speleološkom objektu
- Prisutnost prijetnje/ugroze na površini, a koja bi mogla utjecati na kvalitetu podzemne vode i špiljske školjkaše
- Podaci o promjenama temperature i razine podzemnih voda (mjereni trajnim sondama za mjerenje temperature i razine podzemnih voda)

#### 2. Faunistički podaci

- Prisustvo/odsustvo školjkaša na prije zabilježenim mjestima mapiranim na nacrtu Markovog ponora
- Prisustvo školjkaša na nezabilježenim mjestima unutar ponora i oznaka na nacrtu
- Prisutnost prateće stigoksene faune
- Prisutnost prateće stigofilne faune
- Prisutnost prateće stigobiontne faune

#### Popis potrebnog pribora za praćenje

- GPS
- Terenski obrazac
- Nacrt Markovog ponora (sa označenim lokacijama gdje su prisutni školjkaši)
- Obična olovka
- Paus papir
- Nepropusne bočice za uzorke
- etanol ili drugi fiksativi
- Konop
- Pomična mjerka
- Škarice/nožić, pincete te ostala oprema za sakupljanje faune
- Gumene čizme (visoke i niske)
- Fotoaparat
- Uređaji za mjerenje fizikalno-kemijskih parametara vode ili posude za uzorkovanje vode ukoliko se parametri neće mjeriti in situ
- Kaciga s rasvjetom (čeona lampa)
- Osobna speleološka oprema: speleološki pojasi, prsni pojasi/navez, peljalica za uže (Croll), penjalica (bloker), Stop descender, delta (centralni karabiner s maticom), pupak (duži i kraći), pomoćni karabineri...)
- Grupna speleološka oprema (statička užad, gurtne, karabineri, ostala oprema za postavljanje jama)
- Po potrebi trajne sonde za mjerenje temperature i razine podzemnih voda

#### **Broj ljudi/dana potrebnih za provođenje praćenja**

Za terenski dio praćenja stanja populacije *C. jalzici* u Markovom ponoru potrebno je 5 osoba i 2 dana istraživanja. Prema planiranoj vremenskoj dinamici objekt će se posjetiti 3 puta u prvom šestogodišnjem ciklusu. Nakon toga se broj potrebnih posjeta može revidirati. Stoga procjenjujemo da je za kvalitetno provođenje istraživanja unutar šest godina potrebno minimalno 30 osoba/dana (6 dana x 5 istraživača). Ukoliko dođe do ozbiljnijih promjena u sливу



Like i potrebno je dodatno, izvanredno, istraživanju, potrebno je 10 osoba/dana svake godine dok se ne utvdi razina utjecaja i/ili ne otklone negativni trendovi.

Za pripremu histoloških preparata i analize podataka potrebno je 15 radnih dana nakon svakog sakupljanja. To je ukupno 45 osoba/dana u prvom šestogodišnjem razdoblju.

#### Terenski obrazac

Za lakše bilježenje svih potrebnih podataka na terenu, osmišljen je standardizirani terenski obrazac koji se nalazi u Prilogu 1.

#### **Znanstvena istraživanja**

Glavni cilj znanstvenih istraživanja je prikupiti dodatne podatke o biologiji *C. jalzici* uz pomoć kojih bi se praćenje stanja školjkaša i staništa moglo raditi jednostavnije i učinkovitije te kako bi se moglo na vrijeme identificirati i spriječiti utjecaje koji bi mogli imati negativne posljedice na preživljjenje ove izuzetno ugrožene vrste.

#### Reprodukтивni ciklus i dinamika rasta *C. jalzici*

Ciljevi ovih istraživanja su odrediti period reproduktivne aktivnosti kroz godinu te čimbenike koji utječu na sazrijevanje gonada, gameta, fertilizaciju i preobrazbu ličinki. Uz pomoć tih podataka moći će se odrediti u koje doba godine treba provoditi praćenje stanja vrste *C. jalzici* u Markovom ponoru te koji je od parametara staništa važno detaljno pratiti.

Također, cilj ovih istraživanja je odrediti dinamiku spolnog sazrijevanja i odnos veličina ljuštura. Taj je podatak važan kako bi se znalo u kojem rasponu veličina dolaze reproduktivno zrele jedinke *C. jalzici* koje je potrebno uzorkovati za praćenje reproduktivnog statusa populacije u Markovom ponoru. Također, ti bi podaci omogućili promjenu programa praćenja stanja vrste *C. jalzici* koji bi bio daleko jednostavniji i manje invazivan jer bi se pratile promjene u dužinama ljuštura na populacijskom nivou kroz vrijeme. Kako bi se napravila detaljna starosna razdioba populacije potrebno je provesti sklerokronološka istraživanja. Za tu je svrhu potrebno sakupiti uzorke jednom mjesечно kroz minimalno godinu dana i odrediti mjesec (jedan ili više) u kojem se formira linija rasta. Nakon toga se može izraziti odnos broja linija rasta i starosti školjkaša odnosno dužine ljuštura i starosti školjkaša. S obzirom da je Markov ponor, ali i svi drugi poznati lokaliteti *C. jalzici*, nedostupan u dijelu godine kada su viske vode ova je istraživanja nemoguće provesti. Stoga bi se praćenje vrste *C. jalzici*, prema novom programu, radilo prema udjelu juvenilnih jedinki u populaciji iz kojeg je također moguće odrediti da li su trendovi kretanja populacije negativni, pozitivni ili stabilni.

S obzirom da je vrhunac reproduktivnih aktivnosti *C. kusceri* u rujnu, u vrijeme niskih razina vode, možemo pretpostaviti da bi i kod *C. jalzici* dinamika mogla biti slična. Zato bi se uzorci trebali prikupiti jednom mjesечно u vrijeme niskih voda (počevši od srpnja pa do studenog, ukoliko količine padalina u istraživanoj godini to dozvoljavaju). Trebalo bi uzorkovati jedinke različite veličine kako bi se odredio raspon dužine ljuštura kod juvenilnih odnosno adultnih primjeraka. Svim bi se jedinkama izmjerila dužina, širina i visina te uz pomoć histoloških preparata odredilo u kojem se dijelu reproduktivnog ciklusa nalaze. Ukoliko se ispostavi da vrhunac reproduktivnog ciklusa nije u kasno ljeto kao kod *C. kusceri*, potrebno je ponoviti uzorkovanje u Markovom ponoru u drugim dijelovima godine kada je to moguće, npr. u vrijeme niskih vodostaja u zimi te možda koji put u proljeće (ovisi od godine do godine).

Tko i gdje može provesti znanstveno istraživanje: Predloženo istraživanje moglo bi se odraditi na bilo kojoj znanstvenoj instituciji u Hrvatskoj, ali potrebni su znanstvenici s ekspertizom na području malakologije i histologije. Dosadašnja istraživanja ovoga tipa na vrsti *C. kusceri*, napravljena su u sklopu doktorske dizertacije Sanje Puljas na Prirodoslovno matematičkom fakultetu u Splitu.

#### Genetska raznolikost

Cilj istraživanja je utvrditi početnu razinu genetske raznolikosti (raznolikosti alela i genotipova) u svim populacijama *C. jalzici*. Genetska raznolikost predstavlja evolucijski potencijal vrste i važna je za sposobnost prilagodbe na promjene u okolišu. Razina genetske raznolikosti upućuje na trendove u brojnosti i preživljjenju dotične vrste, gdje mala genetička raznolikost ili gubitak genetičke raznolikosti upućuje na negativne procese koji se dogadjaju u nekoj populaciji.



Rezultati ovog istraživanja doprinijeli bi razumijevanju biologije vrste, utvrđivanju genetske strukture populacija i odnosa među pojedinim populacijama, identifikaciju ugroženih populacija te planiranju zaštite i upravljanja vrstom. Uz pomoć ovih rezultata mogao bi se revidirati prijedlog lokaliteta na kojima će se provoditi praćenje stanja kao i popis pritisaka i prijetnji te potrebnih mjera za očuvanje ciljane vrste. Usporedbom genetske raznolikosti među speleološkim objektima s ugrozom i bez moglo bi se utvrditi koji antropogeni utjecaji pozitivno, negativno ili neutralno djeluju na populacije ove ugrožene vrste. Rezultati istraživanja genetske varijabilnosti populacija mogu nam dati jasne smjernice za očuvanje genetske raznolikosti vrste.

Ukoliko dođe do negativnih promjena u podzemnim staništima rijeke Like (npr. izgradnjom HE Kosinj) ili praćenje školjkaša u Markovom ponoru ukaže na negativne trendove u kretanju populacija *C. jalzici* napraviti će se novo istraživanje genetske varijabilnosti populacija *C. jalzici*, a ovi podaci će poslužiti kao referentni uzorak. Usporedbom nove genetske varijabilnosti s referencom odrediti će se što se dogodilo s genetskom raznolikošću, da li su preživjele populacije vijabilne, a moguće je odrediti i promjenu efektivne veličine populacije. Obzirom na to da se radi o dugovječnoj vrsti školjkaša, čije populacije najvjerojatnije imaju malu mogućnost oporavka, ovo istraživanje je jako važno s ciljem izrade mjera za zaštitu ove vrste i lokaliteta.

Tko i gdje može provesti znanstveno istraživanje: Predloženo istraživanje moglo bi se odraditi u bilo kojem laboratoriju osposobljenom za genotipizaciju i filogenetska istraživanja. Takvi laboratorijski postoji na brojnim sveučilištima, fakultetima i institutima u Hrvatskoj. Dosadašnja filogenetska istraživanja i preliminarna istraživanja genetske raznolikosti napravljena su u sklopu doktorske dizertacije Helene Bilandžije u Laboratoriju za molekularnu genetiku Instituta Ruđer Bošković.

# NACIONALNI PROGRAM MONITORINGA ZA MEDITERANSKU BIOGEOGRAFSKU REGIJU

Prikupljanje podataka potrebnih za ocjenu stanja očuvanosti vrste *Congeria kusceri* (za parametre područje rasprostranjenosti, populacija, stanište za vrstu i izgledi za budućnost prema članku 17. Direktive o staništima) zasniva se na kartiranju rasprostranjenosti, praćenju populacija na odabranim postajama, praćenju stanja staništa važnih za očuvanje vrste te dodatnom znanstvenom istraživanju.

Za provođenje svih aktivnosti navedenih u shemi praćenja vrste, potrebna je dozvola nadležnog Ministarstva zaštite okoliša i prirode.

## Kartiranje rasprostranjenosti

Osnovna svrha kartiranja je prikupiti podatke o stvarnoj rasprostranjenosti vrste *Congeria kusceri* u Hrvatskoj. Ovi podaci nužni su za procjenu parametra "područje rasprostranjenosti". Specifični ciljevi su:

1. Potvrditi prisutnost vrste i, gdje je moguće, na topografskom nacrtu mapirati točan položaj školjkaša u speleološkim objektima u kojima je vrsta ranije zabilježena. Uz pomoć ovih podataka bi se prilikom prvog šestogodišnjeg razdoblja dobio uvid u točan položaj školjkaša u poznatim speleološkim objektima. Kasnije bi ti podaci omogućili uniformno praćenje promjena na svakom lokalitetu.
  2. Utvrditi prisutnost vrste na potencijalnim nalazištima tj. za ovu vrstu neistraženim povoljnim staništima.
- Kartiranje rasprostranjenosti potrebno je izvoditi svakih šest godina.

### Upute za rad na terenu

- Tko može provoditi kartiranje / minimalno potrebno znanje i kvalifikacije:

Kartiranje mogu provoditi biospeleolozi te sve osobe obučene za pronalaženje i raspoznavanje ciljne vrste, pod uvjetom da su imaju osnovnu speleološku obuku (završenu speleološku školu ili tečaj), a potencijalno i završen ronilački tečaj te iskustvo u speleoloronjenju.

- Tip staništa i odabir lokaliteta za kartiranje:

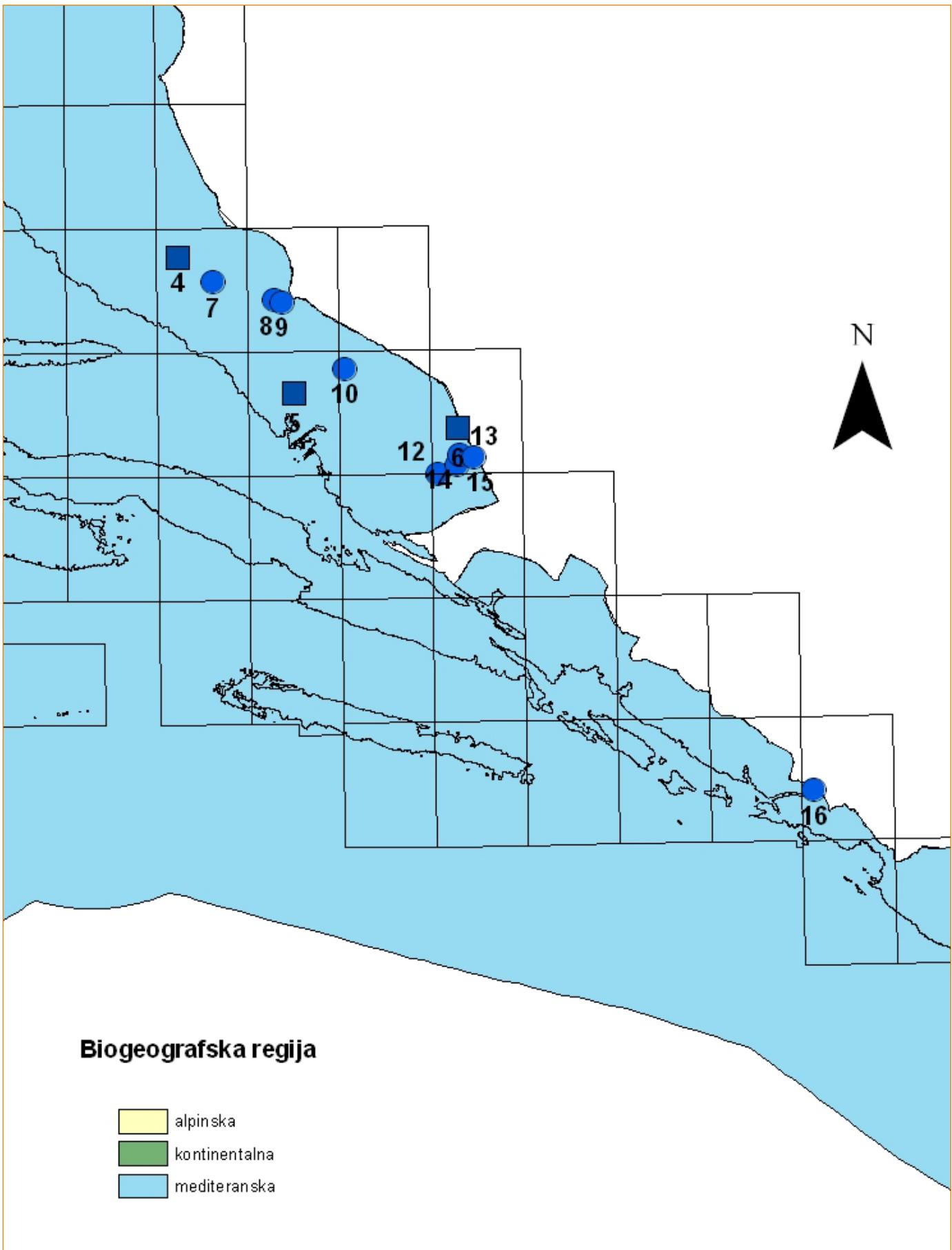
Kartiranje i mapiranje položaja špiljskih školjkaša u speleološkim objektima potrebno je provesti u svim do sada poznatim speleološkim objektima unutar mediteranske biogeografske regije u kojima postoje podaci o prisutnosti *C. kusceri* te potencijalnim povoljnim podzemnim staništima. Ciljani tip staništa su speleološki objekti (stanišni tip 8310 Špilje i jame zatvorene za javnost) koji sadrže podzemne rezervoare vode i akvatička staništa te izvori u neke od kojih nije moguće ući.

- Razdoblje za provođenje kartiranja:

U vrijeme najnižih vodostaja: najbolje kraj ljeta, rana jesen.

### Predloženi plan provedbe kartiranja

Kartiranje vrste *Congeria kusceri* i mapiranje položaja provodi se u svih 11 lokaliteta na kojima je vrsta dosad zabilježena: Jasena ponor, Pukotina u tunelu polje Jezero -Peračko Blato, Jama u Predolcu, Marinović Betina, Izvor Butina, Izvor Stinjevac, Ponor Crni vir, Modro oko, Izvor-špilja kod kapelice Sv. Mihovila, Izvor Bijeli Vir, Izvor-špilja kod bunkera, Izvor u Glušcima, Vilina špilja - Ombla izvor sustav (Slika 10.) te na potencijalnim nalazištima tj. za ovu vrstu neistraženim povoljnim staništima u slivu rijeke Neretve. U slučaju većeg antropogenog zahvata u slivu rijeke Neretve potrebno je poduzeti izvanredna istraživanja, u smislu dodatnih obilaženja svih lokaliteta prije zahvata te nekoliko godina za redom nakon zahvata, po procjeni stručnjaka. Svi speleološki objekti za ovu vrstu nalaze se unutar mediteranske biogeografske regije te se kartiranje za dinarskog školjkaša odnosi samo na ovu regiju. Slika 6. Karta sa lokalitetima za kartiranje vrste *C. kusceri* u mediteranskoj biogeografskoj regiji.



Slika 6. Karta sa lokalitetima za kartiranje vrste *C. kusceri* u mediteranskoj biogeografskoj regiji.



## Materijali i metode

### **Kartiranje špiljskih školjkaša**

Špiljski školjkaši nastanjuju vodena (slatkovodna) krška špiljska staništa. Zahvaljujući činjenici da imaju tvrde ljuštture moguće je utvrditi prisutnost vrste pregledom sedimenata u špiljama i u izvorima. Ukoliko se prisutnost vrste utvdi na određenom lokalitetu i moguće je ući u podzemne prostore, potrebno je koristiti tehniku speleoronjenja te metodom opažanja ustanoviti je li prisutna živa populacija. U periodima niskih voda, kada se jedinke školjkaša nalaze van vode moguće je bez ronjenja, samo uz korištenje speleoloških tehnika doći do mjesta gdje je povoljno stanište te tamo opažanjem utvrditi prisutnost vrste.

Ukoliko će se uzorkovati materijal, sakupljene jedinke treba pohraniti u nepropusnim bočicama za uzorke (epicama) s odgovarajućim fiksativom te zabilježiti na etiketi točan lokalitet, datum, legatora (skupljača) i fiksativ.

Uz utvrđivanje prisutnosti vrste bilježit će se i položaj školjkaša u poznatim lokalitetima. U tu je svrhu potrebno mapirati na topografskom nacrtu točan položaj špiljskih školjkaša unutar svakog poznatog lokaliteta. Nacrte je potrebno pribaviti od speleoloških društava i autora ili, ako ne postoje, izraditi. Pojedini su speleološki objekti značajno razvedeni i veliki, a školjkaši u njima nisu uniformno rasprostranjeni već se nalaze u nakupinama na pojedinim mjestima unutar tih lokaliteta, pa je važno imati detaljnu mapu svih nalazišta. U kasnijim razdobljima praćenje bi uz pomoć ovih detaljnih nacrta moglo biti uniformno i ne bi ovisilo o prethodnom iskustvu osoba koje provode monitoring.

### **Karakterizacija i praćenje staništa**

U svim lokalitetima u kojima je zabilježena populacija špiljskih školjkaša izmjerit će se osnovni fizikalno-kemijski parametri voda (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) te u grubo zabilježiti razina podzemnih voda. Bilježit će se i fotodokumentirati sve promjene u i oko lokaliteta, a koje potencijalno utječu na kvalitetu podzemnih staništa i populaciju špiljskih školjkaša. Prisustvo živih školjkaša će se detaljno mapirati na nacrtu speleološkog objekta ukoliko je to moguće. Ukoliko se pronađu novi lokaliteti, izraditi će se topografski nacrt kako bi se na njemu mogao ucrtati točan položaj špiljskih školjakaša. Također će se bilježiti prisustvo prateće vodene faune. Kod lokaliteta koji su nalazišta ljuštura bilježit će se prisustvo/odsustvo ljuštura u sedimentu.

Na svakom lokalitetu potrebno je detaljno bilježiti i pratiti karakteristike staništa prema zadanom terenskom obrascu (Prilog 1). To uključuje dvije osnovne komponente:

#### 1. Osnovni podaci o staništu

- Mjesto opažanja (razine i fizikalno kemijskih parametara vode)
- Razina podzemne vode (visoka, niska, dio populacije školjkaša na suhom ili ne)
- Fizikalno-kemijski parametri podzemne vode (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) i korištene metode/instrumenti
- Fotodokumentacijski materijal
- Prisutnost prijetnje/ugroze u speleološkom objektu
- Prisutnost prijetnje/ugroze na površini, a koja bi mogla utjecati na kvalitetu podzemne vode i špiljske školjkaše
- Nacrt/skica speleološkog objekta ukoliko je riječ o novo-otkrivenom lokalitetu

#### 2. Faunistički podaci

- Prisustvo/odsustvo školjkaša na prije zabilježenim mjestima mapiranim na nacrtu speleološkog objekta ukoliko je riječ o živoj populaciji
- Prisustvo školjkaša na nezabilježenim mjestima unutar lokaliteta ukoliko je riječ o živoj populaciji
- Prisustvo školjkaša točno mapirano na nacrt spelološkog objekta ukoliko je riječ o novom lokalitetu
- Prisustvo/odsustvo ljuštura u sedimentu ukoliko je riječ o nalazištu ljuštura, bilo da je novo ili od prije poznato
- Prisutnost prateće stigoksene faune
- Prisutnost prateće stigofilne faune
- Prisutnost prateće stigobiontne faune

## Popis potrebnog pribora za kartiranje

- GPS



- Terenski obrazac
- Nacrt speleološkog objekta (ako postoji)
- Oprema za izradu nacrta speleološkog objekta (ako nacrt ne postoji): padomjer, kompas, laser ili mjerna traka, podloga za milimetarski papir, milimetarski papir, olovka i gumica za brisanje, kutomjer
- Obična olovka
- Paus i obični papir
- Nepropusne bočice za uzorke
- Etanol ili drugi fiksativi
- Konop
- Škarice/nožić, pincete te ostala oprema za sakupljanje faune
- Gumene čizme (visoke i niske)
- Fotoaparat
- Uređaji za mjerjenje fizikalno-kemijskih parametara vode ili posude za uzorkovanje vode ukoliko se parametri neće mjeriti in situ
- Kaciga s rasvjetom (čeona lampa)
- Osobna speleološka oprema: speleološki pojas, prnsi pojas/navez, peljalica za uže (Croll), penjalica (bloker), Stop descender, delta (centralni karabiner s maticom), pupak (duži i kraći), pomoćni karabineri...)
- Grupna speleološka oprema (statička užad, gurtne, karabineri, ostala oprema za postavljanje jama)
- Po potrebi ronilačka oprema: odijela, podvodna rasvjeta, boce za zrak, regulatori, arijadnina nit, maske, peraje itd.

#### Broj ljudi/dana potrebnih za provođenje kartiranja

Unutar šest godina posjetit će se i istražiti svih 11 poznatih speleološka lokaliteta mediteranske biogeografske regije. Za to je potrebno 10 dana istraživanja i 5 osoba (50 osoba/dana). Također za istraživanje potencijalno novih nalazišta u mediteranskoj regiji predlažemo 10 dana istraživanja i minimalno 5 osoba (50 osoba/dana). To je ukupno 5 osoba i 20 dana istraživanja što čini 100 osoba/dana u šestogodišnjem periodu. Iznimno, u slučaju većeg hidrotehničkog zahvata u slivu rijeke Neretve potrebno je poduzeti izvanredna istraživanja u smislu dodatnih obilaženja svih lokaliteta prije zahvata te nekoliko godina za redom nakon zahvata, po procjeni stručnjaka, potrebno je još dodatnih osoba/dana.

#### Terenski obrazac

Za svaku odabranu postaju potrebno je ispuniti pripremljeni terenski obrazac koji uključuje metodologiju prikupljanja podataka, podatke o prisustvu školjkaša i karakterizaciju odabranog staništa (Prilog 1).

#### **Praćenje stanja na odabranim lokalitetima**

Praćenjem stanja uz pomoć standardizirane metodologije prikupljati će se podaci o veličini i strukturi populacija te kvaliteti staništa kako bi se mogli procijeniti dugoročni trendovi tih parametara. Ti su podaci potrebni za procijenu parametara: populacija, stanište za vrstu i izgledi za budućnost.

#### Upute za rad na terenu

- Tko može provoditi praćenje / minimalno potrebno znanje i kvalifikacije:

Osoba mora biti detaljno upoznata s metodologijom praćenja ciljne vrste. Također, osoba treba imati obrazovanje iz područja biologije te poznavati speleološke i speleoronilačke tehnike. Budući da biospeleološka i speleoloronilačka istraživanja spadaju u najteža i najkomplikiranija istraživanja, ona traže visoku psihofizičku spremu istraživača, poznavanje standardnih speleoloških tehnika za savladavanje speleoloških objekata (uz pomoć položene speleološke škole), a potrebna je i specifična te često skupa oprema. Praćenje je vremenski ograničeno i dosta zahtjevno te je zamišljeno da ga provode stručnjaci s prethodnim iskustvom na sličnim istraživanjima, prije svega biospeleološkim.



Ukoliko se istraživanja obavljaju ronjenjem, posebno je važno da osoba osim položenog tečaja ima iskustva i u ronjenju u speleološkim objektima. Također, potrebno je biti obučen za rukovanje uređajima za mjerjenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode te po potrebi trajnim sondama za mjerjenje temperature i razine vode.

- Odabrani lokaliteti za praćenje stanja

U mediteranskoj biogeografskoj regiji za praćenje stanja vrste *Congeria kusceri* i staništa odabranu su dva speleološka objekta - Jama u Predolcu i Pukotina u tunelu polje Jezero - Peračko Blato. Ova se dva lokaliteta nalaze na različitim stranama rijeke Neretve i međusobno su hidrološki izolirana. Odabrani su kako bi se paralelno pratilo stanje na iznimno ugroženom lokalitetu (Jama u Predolcu - zbog pozicije u gradu, nedavno zabilježene hiperprodukcije i nedavnog turističkog uređenja) te u Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato, gdje su, koliko je poznato, uvjeti relativno povoljni i stanište kvalitetno.

Nakon prvog šestogodišnjeg razdoblja kao i ukoliko se pronađu novi lokaliteti za vrstu moguće je revidirati postaje za praćenje.

- Planirana vremenska dinamika praćenja:

Monitoring vrste i staništa u odabranim lokalitetima biti će provedeno svake dvije godine u periodu od prvih šest godina. Prema rezultatima tih istraživanja, procijenit će se daljnja dinamika praćenja koja ne može biti manja od jednom u šest godina odnosno jednom u svakom izvještajnom periodu. Optimalno doba za provedbu praćenja je u vrijeme niskih vodostaja, izmedju kolovoza i listopada, ovisno o padalinama te godine.

### Materijali i metode

#### **Praćenje špiljskih školjkaša**

##### Osnovno praćenje

Praćenje špiljskih školjkaša uključivat će praćenje promjena u populacijskoj dinamici na dva lokaliteta uz pomoć starosne razdiobe populacije.

Prije samog istraživanja u svakom će se lokalitetu nasumično odabrat i na nacrtu označiti 5-10 lokacija gdje su školjkaši prisutni, koje trebaju pokrivati različite dubine vode i dijelove špilje. Na minimalno dvije od tih lokacija će se, uz pomoć pomicne mjerke, izmjeriti dužina svih jedinki prisutnih u kvadrantu veličine 20x20 cm. Ukoliko na prve dvije lokacije nije izmjereno 50 jedinki potrebno je nastaviti s mjeranjem na dodatnim lokacijama dok broj izmjerenih jedinki ne dosegne 50. Jednom kada se započne mjerjenje na nekom kvadrantu treba izmjeriti sve jedinke unutar tog kvadranta čak i ako broj izmjerenih jedinki prelazi 50. Razlog zbog kojeg će se unaprijed odabrat 5 do 10 lokacija, dakle zasigurno više nego što je potrebno, je taj što pojedini dijelovi speleoloških objekata nisu lako dostupni, osobito ronjenjem, kako se mogu činiti prema nacrtu, ili na njima nije moguće precizno obaviti mjerjenja. Zidovi podzemnih jezera su često izuzetno razvedeni, presječeni brojnim pukotinama u kojima su školjkaši nedostupni, čak i za sakupljanje, a osobito za mjerjenje. Nakon ili tijekom istraživanja potrebno je na nacrtu speleološkog objekta u grubo označiti poziciju i zabilježiti dubinu odabralih pozicija na kojima se se jedinke izmjerile.

Iz podataka o dužinama ljuštura može se izračunati postotni udjel populacije koja je juvenilna odnosno reproduktivski zrela (iznad 6 mm za ženke, a iznad 5 mm za mužjake). Nadalje, s obzirom da su u Jami u Predolcu napravljena detaljna sklerokronološka istraživanja, poznat je odnos dužine ljuštura i starosti školjkaša pa se starosna razdioba populacije može izraziti detaljnije uz pomoć frekvencijskih histograma. Prema udjelu pojedine starosne kategorije u populaciji moguće je odrediti da li su trendovi kretanja populacije negativni, pozitivni ili stabilni.

##### Izvanredno praćenje

U slučaju da rezultati inicijalnih istraživanja ukažu na negativan trend u populacijskoj dinamici potrebno je provesti daljnja izvanredna istraživanja uz pomoć kojih bi se odredili uzroci i posljedice negativnih promjena u populacijama.

Daljnja bi istraživanja uključivala određivanje reproduktivnog statusa populacije. Uz pomoć tih bi se podataka moglo utvrditi da li je uzrok negativnog trenda npr. u sterilnosti odraslih, mortalnosti ličinki ili juvenilnih jedinki itd. Za tu je svrhu potrebno nasumično sakupiti 20 jedinki u rasponu veličina između 6,0 i 17,0 mm u kojem nalazimo reproduktivno zrele jedinke *C. kusceri*. Obavezno je potrebno izmjeriti temperaturu vode, jer su o njoj ovisni razvoj gonada te ispuštanje gameta (kada temperatura prijeđe 13-14 °C (Puljas, 2012)). Ukoliko je to moguće, uzorkovanje



je potrebno napraviti u rujnu kada je vrhunac reproduktivnih aktivnosti.

Svakoj će se jedinki izmjeriti dužina, širina i visina te će se napraviti histološki preparati i analizirati gonade i škrge kao bi se utvrdio reproduktivni status populacije. Znanstvenici s iskustvom u malakologiji i histologiji mogu provesti ovo istraživanje. Za svaku će se jedinku pratiti sljedeći parametri (Tablica 3): spol, stadij u razvoju gonada, prisutnost gameta, prisutnost oplođenih jajačaca i ličinki u škrnama ženki, prisustvo ličinki u plaštenoj šupljini. Prema odnosu spolova i stadiju razvoja gonada procijenit će se status reproduktivnog ciklusa, a prisustvo oplođenih jajnih stanica i ličinki u škrnici i u plaštenoj šupljini će potvrditi razvoj nove generacije.

Tablica 3. Parametri reproduksijskog statusa za vrstu *C. kusceri*.

Jedinka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SPOL (Ž/M/H)																				
RAZVOJNI STADIJ GONADA (I-V)																				
SPERMA U ŠKRGAMA MUŽJAKA																				
SPERMA U ŠKRGAMA ŽENKI																				
JAJAČCA U ŠKRGAMA ŽENKI																				
OPLOĐENA JAJAČCA U ŠKRGAMA ŽENKI																				
LIČINKE U ŠKRGAMA ŽENKI																				
LIČINKE U PLAŠTENOJ ŠUPLJINI																				

Ova je istraživanja potrebno ponoviti svake godine dok se ne utvrdi da se trend kretanja populacije promjenio u pozitivan. Ukoliko se negativni trendovi u nekoj populaciji zadrže kroz duže razdoblje, moguće su ozbiljne dugoročne posljedice. Stoga, ukoliko se negativno trendovi u nekoj populaciji zabilježe u dva šestogodišnja perioda uzastopno, potrebna je nova procijena genetičke raznolikosti i usporedba s početnim stanjem kako bi se utvrdilo da li je došlo do gubitka genetske raznolikosti, ako da u kojoj mjeri, koja je promjena efektivne veličine populacije te da li prisutna razina genetske raznolikosti omogućuje dugoročnu vijabilnost populacija.

#### Karakterizacija i praćenje staništa

##### Osnovno praćenje

U oba praćena lokaliteta (Jama u Predolcu i Pukotina u tunelu polje Jezero - Peračko Blato) izmjerit će se osnovni fizikalno-kemijski parametri podzemnih voda (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) te u grubo zabilježiti razina podzemnih voda. Bilježiti će se i fotodokumentirati sve promjene u i oko samog speleološkog objekta, a koje potencijalno utječu na kvalitetu podzemnih staništa i populaciju špiljskih školjkaša. Prisustvo školjkaša će se detaljno mapirati na nacrtu speleološkog objekta. Ukoliko se pronađe novi kanal u Jami u Predolcu i Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato, dodat će se na topografski nacrt speleološkog objekta kako bi se na njemu mogao ucrtati točan položaj špiljskih školjkaša. Također će se bilježiti prisustvo prateće vodene faune.

##### Izvanredno praćenje

U slučaju da se u slivnom području rijeke Neretve dogodi neki veći zahvat koji bi se mogao negativno odraziti na

populacije školjkaša (poput dalnjih hidrotehničkih zahvata, pojava industrije koja bi mogla zagaditi vode i sl.) postavit će se trajni uređaji za mjerjenje temperature i razine podzemnih voda u Jami u Predolcu i u Pukotini u tunelu polje Jezero - Peračko Blato. Također će se od Hrvatskih voda i Državnog hidrometeorološkog zavoda prikupiti podaci o kvaliteti voda u slivnom području za 6 godina unatrag koji će poslužiti kao referentne vrijednosti za promjene koje su ili će nastupiti uslijed spomenutog većeg zahvata.

Na svakom lokalitetu potrebno je detaljno bilježiti i pratiti karakteristike staništa prema zadanom terenskom obrascu (Prilog 1). To uključuje dvije osnovne komponente:

#### 1. Osnovni podaci o staništu

- Mjesto opažanja (razine i fizikalno kemijskih parametara vode)
- Razina podzemne vode (visoka, niska, dio populacije školjkaša na suhom ili ne)
- Fizikalno-kemijski parametri podzemne vode (temperatura, količina kisika, pH i provodljivost) i korištene metode/instrumenti
- Fotodokumentacijski materijal
- Prisutnost prijetnje/ugroze u speleološkom objektu
- Prisutnost prijetnje/ugroze na površini, a koja bi mogla utjecati na kvalitetu podzemne vode i špiljske školjkaše
- Podaci o promjenama temperature i razine podzemnih voda (mjereni trajnim sondama za mjerjenje temperature i razine podzemnih voda)

#### 2. Faunistički podaci

- Prisustvo/odsustvo školjkaša na prije zabilježenim mjestima mapiranim na nacrtu Jame u Predolcu i Pukotine u tunelu polje Jezero - Peračko Blato
- Prisustvo školjkaša na nezabilježenim mjestima unutar Jame u Predolcu i Pukotine u tunelu polje Jezero - Peračko Blato i oznaka na nacrtu
- Prisutnost prateće stigoksene faune
- Prisutnost prateće stigofilne faune
- Prisutnost prateće stigobiontne faune

#### Popis potrebnog pribora za praćenje

- GPS
- Terenski obrazac
- Nacrt speleološkog objekta ili oprema za izradu nacrta (padomjer, kompas, laser ili mjerna traka, podloga za milimetarski papir, milimetarski papir, olovka i gumica za brisanje, kutomjer)
- Obična olovka
- Paus papir
- Nepropusne bočice za uzorke
- Etanol ili drugi fiksativi
- Konop
- Pomična mjerka
- Škarice/nožić, pincete te ostala oprema za sakupljanje faune
- Gumene čizme (visoke i niske)
- Fotoaparat
- Uređaji za mjerjenje fizikalno-kemijskih parametara vode ili posude za uzorkovanje vode ukoliko se parametri neće mjeriti in situ
- Kaciga s rasvjetom (čeona lampa)
- Osobna speleološka oprema: speleološki pojasi, prsni pojasi/navez, peljalica za uže (Croll), penjalica (bloker), Stop descender, delta (centralni karabiner s maticom), pupak (duži i kraći), pomoćni karabineri...)
- Grupna speleološka oprema (statička užad, gurtne, karabineri, ostala oprema za postavljanje jama)
- Po potrebi trajne sonde za mjerjenje temperature i razine podzemnih voda



- Po potrebi ronilačka oprema: odijela, podvodna rasvjeta, boce za zrak, regulatori, arijadnina nit, maske, peraje itd.

### Broj ljudi / dana potreban za provođenje praćenja

Za kvalitetan i siguran rad u speleološkim objektima potrebno je minimalno 6 osoba. Svaki lokalitet podrazumjeva barem 2 dana istraživanja, a na području mediteranske biogeografske regije za praćenje stanja odabrana su 2 speleološka objekta. Prema planiranoj vremenskoj dinamici svaki objekt posjetit će se tri puta u prvom šestogodišnjem razdoblju. Stoga procjenjujemo da je za kvalitetno provođenje istraživanja unutar prvih šest godina potrebno minimalno 72 osobe/danu (12 dana x 6 istraživača). Ukoliko dođe do ozbiljnijih promjena u slivu Neretve i potrebno je dodatno, izvanredno, istraživanju, potrebno je 24 osoba/dana svake godine dok se ne utvdi razina utjecaja i/ili ne otklone negativni trendovi.

### Terenski obrazac

Za lakše bilježenje svih potrebnih podataka na terenu, osmišljen je standardizirani terenski obrazac koji se nalazi u Prilogu 1.

### **Znanstveno istraživanje**

Glavni cilj znanstvenih istraživanja je prikupiti dodatne podatke o biologiji *C. kusceri* koji bi omogućili procjenu stanja populacija te identifikaciju dosadašnjih i sprečavanje budućih antropogenih promjena koji imaju negativan utjecaj na ovu izuzetno ugroženu vrstu. Ovi podaci će omogućiti bolje planiranje zaštite i upravljanja vrstom.

### Genetska raznolikost

Cilj istraživanja je utvrditi početnu razinu genetske raznolikosti u svim populacijama *C. kusceri*. Genetska raznolikost predstavlja evolucijski potencijal vrste i važna je za sposobnost prilagodbe na promjene u okolišu. Razina genetske raznolikosti upućuje na trendove u brojnosti i preživljajući dotične vrste, gdje mala genetička raznolikost ili gubitak genetičke raznolikosti upućuje na negativne procese koji se dogadjaju u nekoj populaciji.

Rezultati ovog istraživanja doprinijeli bi razumijevanju biologije vrste, utvrđivanju genetske strukture populacija i odnosa među pojedinim populacijama, identifikaciji ugroženih populacija te planiranju zaštite i upravljanja vrstom. Uz pomoć ovih rezultata mogao bi se revidirati prijedlog lokaliteta na kojima će se provoditi praćenje stanja kao i popis pritisaka i prijetnji te potrebnih mjera za očuvanje ciljane vrste. Usposoredbom genetske raznolikosti među speleološkim objektima s ugrozom i bez moglo bi se utvrditi koji antropogeni utjecaji pozitivno, negativno ili neutralno djeluju na populacije ove ugrožene vrste. Rezultati istraživanja genetske varijabilnosti populacija mogu nam dati jasne smjernice za očuvanje genetske raznolikosti vrste.

Uz pomoć podataka o razini genske raznolikosti mogao bi se detaljno pratiti utjecaj svih budućih promjena i identificirati one koje imaju negativan utjecaj na populacije *C. kusceri*. Ovi bi se podaci koristili kao početno stanje u usporedbi genetske raznolikosti u slučaju da dođe do dalnjih promjena u podzemnim staništima rijeke Neretve (uslijed budućih hidrotehničkih zahvata ili pojmom velikog zagadživača u slivu) ili praćenje školjkaša u odabranim lokalitetima ukaže na negativne trendove u kretanju populacija *C. kusceri*. Praćenje stanja školjkaša je na ovaj način učinkovitije, jer se vrijeme mogu identificirati posljedice (promjene u genetskoj raznolikosti ili u efektivnoj veličini populacije) i spriječiti utjecaji koji bi mogli imati negativne posljedice na preživljivanje ove izuzetno ugrožene vrste. Obzirom na to da se radi o dugovječnoj vrsti školjkaša, čije populacije najvjerojatnije imaju malu mogućnost oporavka, ovo istraživanje je jako važno s ciljem izrade mjera za zaštitu ove vrste i lokaliteta.

Tko i gdje može provesti znanstveno istraživanje: Predloženo istraživanje moglo bi se odraditi u bilo kojem laboratoriju osposobljenom za genotipizaciju i filogenetska istraživanja. Takvi laboratorijski postoji na brojnim sveučilištima, fakultetima i institutima u Hrvatskoj. Dosadašnja filogenetska istraživanja i preliminarna istraživanja genetske raznolikosti napravljena su u sklopu doktorske dizertacije Helene Bilandžije u Laboratoriju za molekularnu genetiku Instituta Ruđer Bošković



## SMJERNICE ZA OCJENU STATUSA OČUVANOSTI VRSTE (ZA PARAMETRE PODRUČJE RASPROSTRANJENOSTI, POPULACIJA, STANIŠTE ZA VRSTU I IZGLEDI ZA BUDUĆNOST)

### **Procjena (evaluacija) parametra "područje rasprostranjenosti" (Range)**

"Područje rasprostranjenosti je područje unutar kojeg se vrsta uobičajeno pojavljuje, te se ne smije poistovjetiti s točnim lokalitetima na kojima se pojavljuje (poznata rasprostranjenost vrste)". U slučaju špiljskih vrsta te u ovom konkretnom slučaju vrsta *Congeria jalzici* i *Congeria kusceri* je to posebno izraženo budući da se speleološki objekti na karti označavaju kao točkasti lokaliteti na temelju koordinata X i Y koje predstavljaju ulaz u sami objekt i ne odnose se na stvarnu veličinu niti morfologiju lokaliteta tj. objekta. "Prirodno područje rasprostranjenost također uključuje područja koja se ne koriste trajno. Područje rasprostranjenosti se općenito definira kao vanjska granica rasprostranjenosti stanišnog tipa ili vrste".

- Procjena područja rasprostranjenosti zasniva se na poznatim podacima o prisutnosti / odsutnosti vrste (literaturni podaci i podaci prikupljeni kartiranjem). Kao ulazni podatak koristimo kvadrante mreže (10 x 10 km) u kojima je recentno potvrđena prisutnost vrste ili točkaste lokalitete stvarne rasprostranjenosti s točnim pripadajućim koordinatama nalaza. Ukupna površina područja rasprostranjenosti neke regije izražava se u km<sup>2</sup> (površina zauzetih kvadrata).

Primjenom ove procedure, procjenjuje se aktualno područje rasprostranjenosti vrste temeljem karte stvarne rasprostranjenosti živih populacija i ono iznosi približno 200 km<sup>2</sup> za vrstu *C. jalzici* te približno 300 km<sup>2</sup> za vrstu *C. kusceri*. Međutim, procjenu je potrebno ponoviti nakon provedenog kartiranja i praćenja vrste u prvom šestogodišnjem razdoblju. Nakon provedenog kartiranja, potrebno je trenutno poznatom području rasprostranjenosti pridodati sve kvadrante u kojima će biti recentno potvrđena prisutnost vrste.

- Procjena referentnog područja rasprostranjenosti (PRPR) za vrstu *C. kusceri*: s obzirom da neki literaturni podaci o rasprostranjenosti vrste nisu provjereni i da na nekim od poznatih lokaliteta vrsta nije recentno potvrđena te da je vrsta ograničena na određeni tip podzemnog staništa, smatramo da se referentna vrijednost za područje rasprostranjenosti ne može izjednačiti sa sadašnjim područjem rasprostranjenosti. Potrebno je utvrditi stvarni areal špiljskih školjkaša provjerom poznatih lokaliteta i provođenjem istraživanja na dodatnim potencijalnim područjima i odgovarajućim staništima: NKS:H.1.3.1.2. Endogene podzemne rijeke, H.1.3.1.3. Egzogene podzemne rijeke te uvjetno stanište H.1.3.2.1. Podzemna jezera (vidi uvodni dio) ukoliko (bio)speleolozi pronađu nove pogodne speleološke objekte. S obzirom na navedeno, PRPR je moguće procijeniti tek nakon provedenog kartiranja vrste u prvom šestogodišnjem razdoblju (Vidi poglavlja "Kartiranje rasprostranjenosti"), ali ono ne može biti manje od trenutno utvrđenog aktualnog područja rasprostranjenosti od 300 km<sup>2</sup>.
- Procjena referentnog područja rasprostranjenosti (PRPR) za vrstu *C. jalzici*: PRPR za vrstu *C. jalzici* temelji se na podacima stvarne rasprostranjenosti živih populacija i ono trenutno iznosi 200 km<sup>2</sup>. U slučaju da se pronađu novi lokaliteti potrebno je revidirati PRPR za ovu vrstu nakon provedenog kartiranja vrste u prvom šestogodišnjem razdoblju.
- Kako bi u narednim periodima izvješćivanja nakon 2019. godine procijenili je li površina područja rasprostranjenosti stabilna, u porastu ili se smanjuje, potrebno je obići svaki kvadrant s objektima u kojem je vrsta recentno zabilježena (do 2019. godine) barem jednom unutar svakog perioda izvješćivanja (jednom u šest godina) i usporediti površinu zauzetih kvadrata sa PRPR iz 2019. godine.

### **Procjena (evaluacija) parametra "populacija"**

Povoljna referentna vrijednost za populaciju definira se kao "minimalna veličina populacije potrebna da bi se osigurao dugoročni opstanak vrste, dovoljno velika da dozvoljava prirodne fluktuacije i zdravu strukturu populacije".

Kao osnovna jedinica populacije može se koristiti broj speleoloških objekata u kojima je vrsta zabilježena ili, ukoliko je riječ o razvedenom objektu s diskontinuiranim agregatima školjkaša, može se koristiti broj lokacija unutar speleološkog



objekta. Broj speleoloških objekata i/ili lokacija unutar speleoloških objekata u kojima je vrsta zabilježena odredit će se prema podacima o prisutnosti/odsutnosti vrsta *C. kusceri* i *C. jalzici* dobivenim kartiranjem (vidi poglavlje "Kartiranje rasprostranjenosti" za svaku vrstu).

Točnu veličinu populacije na pojedinom lokalitetu moguće je odrediti jedino prebrojavanjem koje je izuzetno zahtjevno jer bi se na dijelu lokaliteta trebalo provoditi ronjenjem te se u sklopu ovog Programa neće provoditi. Trend dinamike populacije mogao bi se pratiti kroz sustavno praćenje populacije tj. promjene njene relativne brojnosti u odabranim speleološkim lokalitetima i srednje relativne brojnosti za pojedinačne biogeografske regije.

- Trend dinamike populacije (pozitivan, negativan ili stabilan) pratit će se kroz promjenu odnosa različitih starosnih skupina pojedine vrste u praćenim lokalitetima za *C. kusceri* te kroz promjenu odnosa reprodukcijski inaktivnih i aktivnih jedinki za *C. jalzici* u Markovom ponoru.
- Kao pozitivnu vrijednost dinamike populacije provizorno možemo odrediti 20% juvenilnih jedinki u populaciji te normalnu distribuciju frekvencijskih histograma starosnih skupina za *C. kusceri*. Nakon prvog šestogodišnjeg razdoblja potrebno je ponovno procijeniti populacijske parametre koji odgovaraju pozitivnim vrijednostima.
- Kao pozitivnu vrijednost dinamike populacije za *C. jalzici* provizorno možemo odrediti da 90% populacije treba biti u nekom dijelu reproduktivnog ciklusa. S obzirom da o reproduktivnom ciklusu *C. jalzici* zaključujemo iz podataka za *C. kusceri*, obavezno je potrebno nakon prvog šestogodišnjeg razdoblja ponovno procijeniti populacijske parametre i odrediti koji predstavljaju pozitivan trend.

### Procjena (evaluacija) parametra "stanište za vrstu"

Parametrom "stanište" procjenjujemo područje koje vrsta može nastaniti. Stanište odgovara područjima unutar prirodnog područja rasprostranjenosti vrste koja predstavljaju fizičke i biološke čimbenike važne za život, reprodukciju i prehranu vrste.

S obzirom na to da vrste *Congeria jalzici* i *Congeria kusceri* žive isključivo u podzemnim staništima definiranim kao Endogene podzemne rijeke (NKS H.1.3.1.2.), Egzogene podzemne rijeke (NKS H.1.3.1.3.) te uvjetno Podzemna jezera (NKS H.1.3.2.1.) smatra se stenovalentnom vrstom s obzirom na svoje zahtjeve spram staništa. Glavna karakteristika ovakvih staništa su specifični mikroklimatski uvjeti te je za procjenu kvalitete potrebno pratiti njihove promjene u speleološkim objektima.

Za procjenu kvalitete staništa potrebno je prikupljati podatke o promjenama ekoloških uvjeta na staništu te o antropogenim utjecajima na širim slivnim područjima gdje su prisutne vrste (sliv Like za *C. jalzici*, sliv Neretve za *C. kusceri*) a koji bi mogli dovesti do lošije kvalitete staništa.

Raspoloživost povoljnog i kvalitetnog staništa glavni je limitirajući čimbenik područja rasprostranjenosti ovih dviju vrsta.

- Procjena područja povoljnog staništa za vrstu: Povoljno stanište za špiljske školjkaše uključuje Endogene podzemne rijeke (NKS H.1.3.1.2.), Egzogene podzemne rijeke (NKS H.1.3.1.3.) te uvjetno Podzemna jezera (NKS H.1.3.2.1.). Temperatura na staništima *C. jalzici* varira od 2,1°C do 10,5°C, a na staništima *C. kusceri* od 7,2°C do 19,4°C. Za školjkaše podnošljivo povećanje razine podzemnih voda iznose minimalno 12 metara za *C. kusceri*, a za *C. jalzici* minimalno 50m. Školjkaši su tolerantni i na spuštanje razina podzemnih voda te mogu preživjeti duža razdoblja (2 mjeseca za *C. jalzici*) izvan vode. Nakon provedenog praćenja stanja staništa u razdoblju od šest godina moći će se odrediti područje povoljnog staništa za vrstu.
- Procjena kvalitete staništa: za procjenu kvalitete staništa potrebno je u svakom posjećenom lokalitetu provoditi mjerena osnovnih fizikalno kemijskih parametra vode (količina kisika te temperatura, pH i provodljivost vode) te bilježiti blizinu i utjecaj potencijalnih ugroza i antropogenih utjecaja. Također je potrebno bilježiti sastav podzemne vodene faune te odnose među pojedinim ekološkim skupinama (stigobionti, stigofili i stigokseni). U izvanrednim slučajevima pojave velike ugroze postavit će se trajni uređaji za mjerjenje temperature i razine vode u pojedinim lokalitetima.

Primjerice, velike varijacije u osnovnim fizikalno kemijskim parametrima vode (količina kisika te temperatura, pH i provodljivost vode) između pojedinih mjerena u istom lokalitetu ili između različitih lokaliteta iste vrste, upućuju

na lošu kvalitetu staništa. Iznimno niske količine kisika ili visoke vrijednosti provodljivosti također upućuju na nisku kvalitetu podzemnih voda. Promjene u odnosima različitih ekoloških skupina životinja na način da broj stigoksema poraste također upućuje na pad kvalitete staništa. Nadalje, izrazit antropogeni utjecaj (prisutnost otpada, zagađenje podzemne vode nutrijentima i otpadnim vodama, turistička eksploatacija itd.) jasno ukazuje na lošu kvalitetu staništa.

### Izgledi za budućnost

Ovim parametrom se izražava vjerojatnost dugoročnog opstanka vrste i staništa, uzimajući u obzir pritiske i prijetnje za vrstu. U slučaju vrsta *Congeria jalzici* i *Congeria kusceri* izgledi za budućnost primarno ovise o raspoloživosti i kvaliteti staništa.

Glavni pritisci i prijetnje odnose se na ugrozu staništa uslijed ljudskih djelatnosti, prije svega daljnji hidrotehnički zahvati u sливним područjima Like i Neretve bi se mogli izuzetno negativno odraziti na populacije školjkaša. Također su problem zagađenja podzemnih voda te turistička eksploracija.

Nakon šest godine istraživanja i utvrđivanja kvalitete staništa te uz pomoć znanstvenih istraživanja, revidirao bi se popis glavnih prijetnji i pritisaka na populacije te bi se shodno tome definirale odgovarajuće mjere za zaštitu vrste.



## LITERATURA

- › Bilandžija, H., Jalžić, B. 2009: Dinarski špiljski školjkaš, *Congeria kusceri* Bole, 1962. U: Ozimec, R., Bedek, J., Gottstein, S., Jalžić, B., Slapnik, R., Štamol, V., Bilandžija, H., Dražina, T., Kletečki, E., Komerički, A., et al.: Crvena knjiga špiljske faune Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 371 str.
- › Bilandžija, H., Komerički, A. 2013: Krške podzemne vode - stanište jedinstvenog školjkaša i rezerve pitke vode. Završno izvješće za Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost. Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb, 49 str.
- › Bilandžija, H., Jalžić, B., Komerički, A. 2010: Dinarski špiljski školjkaš (*Congeria kusceri*) dodatna studija živih populacija. Izvješće za Državni zavod za zaštitu prirode. Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb, 24 str.
- › Bilandžija, H., Morton, B., Podnar, M., Ćetković, H. 2013: Evolutionary history of relict *Congeria* (Bivalvia: Dreissenidae): Unearthing the subterranean biodiversity of the Dinaric karst. *Frontiers in Zoology* 10, no. 1/5. doi:10.1186/1742-9994-10-5.
- › Bole, J., 1962: *Congeria kusceri* sp. n. (Bivalvia, Dreissenidae). *Biološki Vestnik* 10, 55-61. Ljubljana.
- › Gottstein, S. 2010: Priručnik za određivanje podzemnih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 99 str.
- › Gottstein, S., Ozimec R., Jalžić B., Kerovec M., Bakran-Petricioli T. 2002: Raznolikost i ugroženost podzemne faune Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja Republike Hrvatske, Zagreb, 80 str.
- › Jalžić, B., 1998: The stygobiont bivalve *Congeria kusceri* Bole, 1962. (Bivalvia, Dreissenidae) in Croatia. *Natura Croatica* 7. No. 4, 341-347.
- › Jalžić, B., 2001: The first finding of live stygobiont bivalve *Congeria* in Lika region, Croatia. *Natura Croatica* 10. No. 3, 213-220.
- › Jalžić, B., Bilandžija, H., 2008. Znanstvena analiza podzemnih vrsta s Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore: *Congeria kusceri*. Hrvatsko biospeleološko društvo, Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.
- › Jalžić, B., Bilandžija, H., 2009. Znanstvena analiza podzemnih vrsta s Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore: *Congeria kusceri*. Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb.
- › Jalžić, B., Bedek, J., Bilandžija, H., Cvitanović, H., Dražina, T., Gottstein, S., Kljaković-Gašpić, F., Lukić, M., Ozimec, R., Pavlek, M., et al. 2013: Atlas špiljskih tipskih lokaliteta faune Republike Hrvatske. Hrvatsko biospeleološko društvo i Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Svezak 2., 238 str.
- › Morton, B., Velkovrh, F., Sket, B., 1998: Biology and anatomy of the 'living fossil' *Congeria kusceri* (Bivalvia: Dreissenidae) from subterranean rivers and caves in the Dinaric karst of the former Yugoslavia. *Journal of Zoology*, 245, 147-174.
- › Morton, B., Puljas, S. 2013: Life-history strategy, with ctenidial and pallial larval brooding, of the troglodytic 'living fossil' *Congeria kusceri* (Bivalvia: Dreissenidae) from the subterranean Dinaric alpine karst of Croatia. *Biological Journal of the Linnean Society* 108, No. 2, 294-314. doi:10.1111/j.1095-8312.2012.02020.x.