



Mrtvo more:
geomorfološki
i kulturološki fenomen
hrvatskog krša



Damir Basara | OSMICA – Društvo za planinarenje, istraživanje i očuvanje prirodoslovnih vrijednosti

Roman Ozimec | ADIPA – Društvo za istraživanje i očuvanje prirodoslovne raznolikosti Hrvatske

*Jedan od ulaza u objekt Mrtvo more
Autor: Roman Ozimec*

Uvod

Otok Lokrum pripada dubrovačko-cavtatskoj skupini južnojadranskih otoka i smješten je 0,5 Nm jugoistočno od Grada Dubrovnika, svega 680 m od stare gradske jezgre. Administrativno pripada Gradu Dubrovniku te Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Duljine je oko 1500 m, a širine oko 500 m. Površinom od oko 0,7 km² spada u manje jadranske otoke. Ima tipični dinarski smjer pružanja sjeverozapad-jugoistok, obalnu liniju nešto dulju od 5 km te faktor razvedenosti od 1,7. Najviša točka otoka je vrh Glavica s 96 m n.v. Otok ima eumediteransku klimu s prosječnom godišnjom temperaturom oko 16 °C te količinom oborina od 1360 mm. Uz čak 2584 sunčanih sati godišnje, fitogeografski pripada južnoj eumediteranskoj zoni istočnojadranskog primorja (Meštrov, 1989).

Otok Lokrum je 1948. zaštićen u kategoriji Posebni rezervat šumske vegetacije i sastavni je dio povijesne jezgre Grada Dubrovnika s gradskim zidinama i utverdama te gradskim jarkom, koja je 1979. uvrštena u UNESCO-ov registar Svjetske kulturne baštine (https://whc.unesco.org/en/list/95/multiple=1&unique_number=2315). U okviru ekološke mreže Natura 2000 otok Lokrum je jedno od Područja očuvanja značajnih vrsta i stanišnih tipova, zaveden pod identifikacijskim brojem HR4000017 na osnovi 8 stanišnih tipova.

Cijelo područje nekadašnje Dubrovačke Republike od pamtivijeka je čuveno po svojim špiljama i jamama, a Mrtvo more je danas turistička atrakcija otoka Lokruma. Mrtvo more je oseburni geomorfološki fenomen, urušena špilja, danas morsko jezero na otoku, koje je podzemnim kanalom povezano s otvorenim morem. Kabinetsko i terensko istraživanje provedeno je u okviru projekta „Speleološko istraživanje i izrada topografskog nacrtu i 3D modela speleološkog objekta – lokaliteta Mrtvo more na otoku Lokrumu“ u suradnji s Javnom ustanovom Rezervat Lokrum (Ozimec i Basara, 2019). Rezultati istraživanja uključeni su u prezentaciju speleoloških i prirodoslovno-povijesnih vrijednosti otoka (Basara i sur., 2019; Ozimec i sur., 2019).

Povijesni pregled istraživanja

Mrtvo more oduvijek privlači ljude, kako zbog svoje vizualne atraktivnosti, tako i zbog geomorfološke jedinstvenosti te stanišne i biološke raznolikosti.



Slika 1. Stara razglednica Mrtvog mora



Slika 2. Stara razglednica Mrtvog mora

Stoga ne čudi kako su neke od prvih razglednica Lokruma, objavljene krajem 19. i početkom 20. stoljeća, kao motiv odabrale upravo Mrtvo more.

Istraživanja Mrtvog mora počinju već s početcima prirodoslovnih istraživanja otoka, barem u prvoj polovici 19. stoljeća, ako ne i ranije, a razvijaju se početkom 20. stoljeća, što je već utvrđeno i za druga prirodoslovno značajna područja okolice Dubrovnika, npr. za Rijeku Dubrovačku (Cukrov i Ozimec, 2014). Tako je jednu od prvih botaničkih i klimatoloških studija nekog našeg područja objavio upravo za otok Lokrum naš čuveni botaničar Robert Visiani još davne 1863. godine pod nazivom „O vegetaciji i klimi otoka Lokruma u Dalmaciji“ (Visiani, 1863). Područje Mrtvog mora navodi kao *Lago* ili *Mar morto*. Slijede brojni domaći, ali i svjetski poznati prirodoslovci koji istražuju na Lokrumu: A. Fortis, E. Kuzmić, S. Brusina, G. R. Frauenfeld, J. Mann, E. Reitter, P. Novak, N. Damin, A. Langhoffer, G. Müller i brojni drugi (Ozimec i sur., 2019), koji u radovima često navode istraživanja Mrtvog mora.

U novije doba provode se i oceanološka istraživanja Mrtvog mora (Belamarić i Šerman, 1989), istraživanja fitobentosa kroz istraživanja algi kremenjašica (Diatomeae) (Car i sur., 2016) te makrozoobentosa (Grđan, 2018). Mrtvo more bilo je sustavno uključeno i u studentsku edukaciju kroz terensku nastavu biologije, odnosno ekologije i biogeografije Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu (Šegulja i Tavčar, 1989), pri čemu su studenti prikupljali i determinirali vrste organizama iz Mrtvog mora. Međutim, speleološko istraživanje do sada nije provedeno.

Položaj i geomorfološke značajke

Pristup otoku je najbolji brodom iz Gradske luke Dubrovnik do uvala Portoć, od koje se kreće na jug stazom prema benediktinskom samostanu i informativnom centru. Zatim je potrebno produžiti uređenom stazom 100 m na jug, gdje se na desno otvara morsko jezero – Mrtvo more. Geografske koordinate jezera su: 632899, 4721579 (HTRS96).

Gotovo cijeli otok Lokrum građen je od vapnenačkih stijena kredne starosti koje pripadaju u najmlađe razdoblje krede – senon (mastiht) i



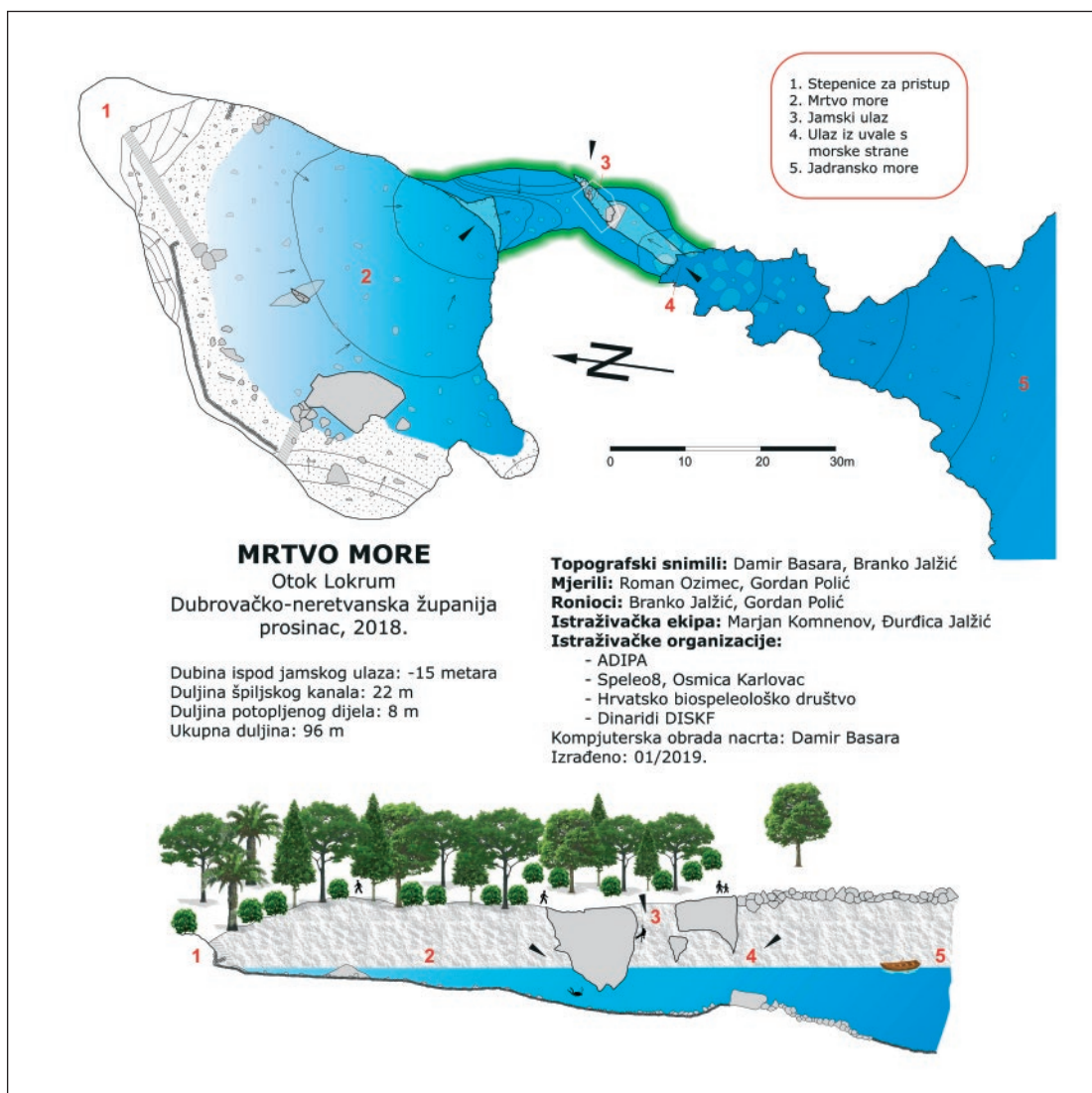
Slika 3. Geografski položaj Mrtvog mora na otoku Lokrumu

danski kat, odnosno stare su od 65 do 70 milijuna godina (Šundov, 2012). Zapadna i južna obala otoka tektonski su uzdignute, te mjestimično oblikuju obalne strmce visine i preko 30 m, dok su istočna i sjeverna obala niže i pristupačnije. Mrtvo more je djelomično potopljena morska špilja nastala primarno abrazijsko-korozijskim djelovanjem mora na predisponirane rasjedne pukotine u vapnenačkoj podlozi te urušavanjem vjerojatno prethodno formirane manje morske špilje.

Mrtvo more ima tri poznata ulaza. Sjeverni ulaz nalazi se na jugoistočnoj strani jezera i u potpunosti



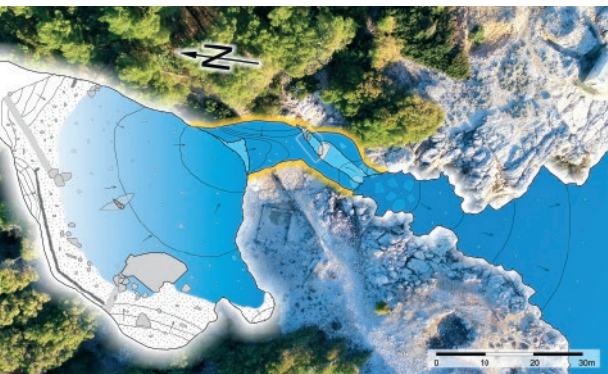
Slika 4. Mrtvo more: Južni zračni snimak
Autor: Gordan Polić



Slika 5. Topografski nacrt Mrtvog mora



*Slika 6. Mrtvo more: Pogled na istočni dio s podmorskim prolazom.
Autor: Roman Ozimec*

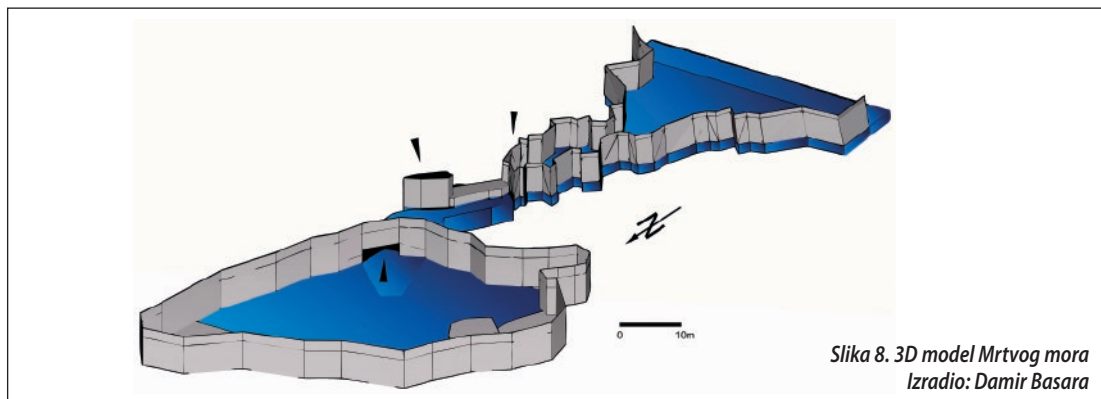


*Slika 7. Tlocrt Mrtvog mora na zračnom snimku područja
Izradio: Damir Basara*

je potopljen morem (Slika 6.). Širine je 12 m, a visine 3 m. Južni ulaz nalazi se na sjevernoj strani uvučene

uvale, istočno od rta Bačela. Širine je 6 m, a visine 7,5 m. Južni ulaz spojen je sa srednjim, vertikalnim (jamskim) ulazom (6 x 2,2 m) (Slika 7.) pukotinskim kanalom širine 3,5 m (iznad površine), kojim se može proći plivajući, čamcem ili se spustiti niz vertikalnu. Od srednjeg do sjevernog ulaza može se proći jedino ronjenjem. Duljina jezera, špiljskog kanala i izlaznog kanala na otvoreno more iznosi 96 m. Ukupna duljina špiljskih kanala je 22 m, a potpuno je potopljeno 8 m kanala. Dubina od najviše do najniže točke Mrtvog mora iznosi 15 m.

Morfološki se Mrtvo more svrstava u jednostavne speleološke objekte djelomično ili u potpunosti potopljene morskom (slanom) vodom u kojima nema sedimentnih tvorevina (siga). Za prolaz kroz sve dijelove objekta potrebna je speleološka oprema, za istraživanje vertikalna (srednji,



*Slika 8. 3D model Mrtvog mora
Izradio: Damir Basara*

Slika 9. Sphaeroma sp., predstavnik jednakonožnih rakova (Isopoda) iz Mrtvog mora
Autor: Roman Ozimec



jamski ulaz), te ronilačka oprema, za prolaz od sjevernog do južnog ulaza. Na podnici (dnu) špilje prevladavaju veći urušni blokovi, oblutci te pijesak raznih granulacija.

Stanišna i biološka raznolikost

Mrtvo more prema klasifikaciji ekološke mreže Natura 2000 pripada stanišnom tipu 8330 – Preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje. Razina vode uslijed povezanosti s okolnim morem oscilira s promjenom plime i oseke. Glavno obilježje je naglo smanjivanje količine svjetlosti od ulaza prema unutrašnjosti. Budući da alge, koje su primarni proizvođači organske tvari, mogu živjeti samo na ulazu u špilju, udaljavanjem od ulaza smanjuje se količina hrane za organizme, te stoga u unutrašnjosti špilje žive samo životinje. Preplavljene ili dijelom preplavljene morske špilje, sukladno Nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS Ver. 4.0) i Priručniku za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU (Bakran Petricioli, 2011), naseljavaju tri tipa zajednica:

1. G.2.4.3. Biocenoza mediolitoralnih špilja
2. G.4.3.2. Biocenoza polutamnih špilja
3. G.5.3.2. Biocenoza špilja i prolaza u potpunoj tami

Dosadašnjim istraživanjima u Mrtvom moru zabilježeno je 25 vrsta isključivo morske faune (Slika 10.), a prava špiljska fauna nije utvrđena. Međutim, istraživanjem daljnjih 6 speleoloških objekata otoka Lokruma, prvi su put na otoku utvrđeni troglobionti iz grupe jednakonožnih rakova (*Isopoda*) i pauka (*Araneae*) (Basara i sur., 2019).

Smjernice za daljnje aktivnosti

Zbog zanimljivog geografskog položaja otoka Lokruma, njegove eumediteranske klime, krškog supstrata, bogate flore i vegetacije, duge povijesti prirodoslovnih istraživanja brojnih domaćih i svjetskih istraživača te zbog vrsta koje su opisane na otoku, osnovni je zadatak ostvariti sintezu dosadašnjih spoznaja o otoku i tako postaviti temelj za daljnja istraživanja, očuvanje i upravljanje.

U dogovoru s JU Rezervat Lokrum za Mrtvo more su osmišljene aktivnosti koje će uključivati: čišćenje podmorja i morem unesenog otpada, rješavanje problema statike nadsloja te daljnja istra-

živanja bioraznolikosti. Predviđena je i uspostava sustavnog monitoringa, na osnovi kojeg će se predlagati daljnje mjere zaštite.

Slijedi postavljanje edukativnih tabli, koje uključuju: obavijest o zaštiti, topografski nacrt Mrtvog mora, prikaz staništa te najvažnije vrste. Također treba postaviti i obavijesne table s upozorenjima zabrane neovlaštenog ulaska u speleološki objekt, mogućnosti pada i zabranama prelaženja zaštitnih ograda.

Konačno, u sklopu promocije i edukacije potrebno je izraditi dvojezičnu popularno-stručnu monografiju Mrtvo more te osmisлити i izraditi suvenire vezane uz Mrtvo more: nove razglednice i reprinti starih, DVD sa snimkom podrona i živog svijeta, razni suveniri i drugo.

Zahvala

Prvenstveno zahvaljujemo speleoroniocima Brancku Jalžiću, Gordanu Poliću i Tomislavu Flajpanu – Rrfu na vrhunskoj suradnji prilikom terenskih istraživanja. Zahvaljujemo na podršci, organizacijskoj i raznovrsnoj drugoj pomoći prilikom terenskih istraživanja, koju su nam pružili svi djelatnici JU Lokrum, a prvenstveno Marija Crnčević, Kristina Čurčija i Ivica Grilec te vatrogascima na otoku Lokrumu. Konačno, našoj Đurđici Jalžić na uvijek savršenoj logistici.

Literatura

- Bakran Petricioli, T. (2011): Priručnik za određivanje morskih staništa u Hrvatskoj prema Direktivi o staništima EU, Državni zavod za zaštitu prirode, 184, Zagreb.
- Basara, D., Ozimec, R., Jalžić, B., Polić, G. (2019): Preliminarna speleološka i biospeleološka analiza otoka Lokruma (Preliminary speleological and biospeleological analysis of Lokrum island), 68-71, U: Crnčević, M. & Bratoš Cetinić, A. (ur.), Zbornik sažetaka znanstveno-stručnog skupa Otok Lokrum: Od znanstvenih spoznaja do upravljanja zaštićenim područjem, JU Rezervat Lokrum – Sveučilište u Dubrovniku, 126, Dubrovnik.
- Basara, D., Ozimec, R., Jalžić, B., Polić, G. (2019): Preliminarna speleološka i biospeleološka analiza otoka Lokruma., 56, U: Jekić, M. (ur.), Zbornik sažetaka Skupa speleologa Hrvatske Pazin 2019., SD „Istra“ Pazin, 74, Pazin.

- Belamarić, J., Šerman, D. (1989): Ekološka studija podmorja Lokruma, u Meštrov M. (ur.): Ekološka monografija Knjiga 1: Otok Lokrum Zbornik radova sa Simpozija, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, 361-413., Zagreb.
- Car, A., Hafner, D., Jasprica, N., Ljubomir, S., Dupčić- Radić, I. (2016): Dijatomeje Mrtvog mora (Otok Lokrum, Jadransko more), 5. Hrvatski botanički simpozij, Knjiga sažetaka: 75, Zagreb.
- Cukrov, M., Ozimec, R., 2014: Ombla: Prirodoslovne značajke Rijeke dubrovačke (Ombla: Natural characteristic of the Rijeka Dubrovačka), Hrvatsko biospeleološko društvo, 216, Zagreb
- Grđan, S. (2018): Makrozoobentos Mrtvog mora (otok Lokrum), Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za akvakulturu, Diplomski studij marikultura, 90, Dubrovnik.
- Meštrov, M. (ur.)(1989): Otok Lokrum, Ekološke monografije, 1:1-485, Zagreb.
- Ozimec, R., Basara, D. (2019): Speleološko istraživanje i izrada topografskog nacrtu i 3D modela speleološkog objekta – lokaliteta Mrtvo more na otoku Lokrumu, Stručni elaborat, ADIPA Društvo za istraživanje i očuvanje prirodoslovne raznolikosti Hrvatske, 26, Zagreb.
- Ozimec, R., Čaleta, D., Vuković, M., Matočec, N. (2019): Prirodoslovna istraživanja otoka Lokruma do kraja 20. stoljeća (Natural History research of Lokrum island until the end of 20th Century), 108-109, U: Crnčević, M.& Bratoš Cetinić, A. (ur.), Zbornik sažetaka znanstveno-stručnog skupa Otok Lokrum: Od znanstvenih spoznaja do upravljanja zaštićenim područjem, JU Rezervat Lokrum-Sveučilište u Dubrovniku, 126, Dubrovnik.
- Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima, NN 88/2014 + Nacionalna klasifikacija staništa RH (IV. dopunjena verzija), 157, Zagreb.
- Šegulja N., Tavčar, V. (1989.): Terenska nastava iz ekologije i biogeografije na području Dubrovnika i njegove okolice, u Meštrov M.(ur.): Ekološka monografija Knjiga 1.: Otok Lokrum-zbornik radova sa Simpozija, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, 459-469, Zagreb.
- Šundov, M., (2012): Geomorfologija Konavala, Dubrovačkog primorja, Elafita i Pelješca, Meridijani, 186, Zagreb-Samobor.
- Visiani, R., (1863): Sulla vegetazione e sul clima dell'isola di Lacroma in Dalmazia, C. Coena, Trieste.

Mrtvo more: Geomorphological and Cultural Phenomenon of Croatian Karst

Lokrum Island is a part of Dubrovnik City, protected as a Special Forest Vegetation Reserve since 1948 and managed by the Public Institution Reserve Lokrum. Within the Natura 2000 Ecological Network, Lokrum is one of the Sites of Community Importance, registered under identification number HR4000017 based on 8 habitat types. One is Submerged or Partially Submerged Sea Caves (8330). Like the majority of islands in the Adriatic, Lokrum has a simple geological structure, built of well-layered limestone-dolomite rocks, about 85 million years old. Geomorphologically, the western and southern coasts are tectonically elevated, with coastal cliffs over 30 m high, while the eastern and northern coasts are lower and more accessible. The peculiar geomorphological phenomenon is Mrtvo more, a sea lake on the island, connected to the open sea by an underground channel. Its natural history research dates back to the ancient past, and was especially intensive in the second half of the 19th and the early 20th century. Although some karst phenomena and caves were mentioned in some articles and displayed on topographic maps and postcards, speleological research was completely absent. After detailed speleological research, it is determined that Mrtvo more is a partly flooded sea cave 22 m long and 15 m deep, formed by abrasion-corrosion effects of the sea on predisposed fault crack.