



Bistro, ali ne nužno čisto

Ekotoksikologija Crvenog mora kod Hurghade



Crveno more očarava bistrinom i bogatstvom života -- ali bistra voda nije dokaz zdravog ekosustava. Što o grebenima kod Hurghade govore mjerenja metala, nafte, slane vode i hranjivih tvari, i zašto je zbroj malih opterećenja opasniji od svakog pojedinačnog?

Popularnoznanstveni tekst uz zarone 16.--17.10.2026.

KLUB PODVODNIH AKTIVNOSTI ZARON

Crveno more očarava bistrinom i bogatstvom života, ali bistra voda nije dokaz zdravog ekosustava.

Iz ekotoksikološke perspektive važno je ono što ne možemo vidjeti tijekom zarona: izloženost organizama onečišćujućim tvarima i posljedice koje se razvijaju postupno, godinama – prije nego što postanu očite. Koralj koji danas izgleda zdravo možda raste sporije, rjeđe se razmnožava ili teže podnosi sljedeći toplinski val. Takve promjene ne vide se kroz masku, ali se mogu izmjeriti.

ŠTO JE EKOTOKSIKOLOGIJA?

Ekotoksikologija proučava kako onečišćujuće tvari djeluju na žive organizme, populacije i cijele ekosustave. Ne zanima je samo je li neka tvar otrovna, nego *koliko* je ima u okolišu, *koliko dugo* organizmi s njom žive, *kako* ulazi u njih i *s čime* se udružuje.

NEKOLIKO KLJUČNIH POJMOVA

- **Bioakumulacija** – organizam nakuplja tvar u većoj koncentraciji nego što je ima u okolnoj vodi ili sedimentu.
- **Biomagnifikacija** – koncentracija nekih tvari (npr. žive) raste kroz hranidbeni lanac, pa su grabežljivci na vrhu najizloženiji.
- **Subletalni učinci** – organizam ne ugiba, ali sporije raste, slabije se razmnožava ili mu je oslabljena obrana.
- **Bioindikatori** – organizmi čije stanje „pokazuje“ kvalitetu okoliša, npr. koralji, ribe leptirice ili sićušne foraminifere.
- **Učinak smjese** – više tvari i stresova istodobno može djelovati jače od zbroja pojedinačnih učinaka.

Grad koji je izrastao uz greben

Hurghada je prije nekoliko desetljeća bila malo ribarsko mjesto, a danas je jedno od najvećih ronilačkih i turističkih središta svijeta. Uz obalu su izrasli hoteli, marine, lučice za ronilačke brodove i postrojenja za desalinizaciju koja iz mora proizvode pitku vodu. Svaka od tih djelatnosti nešto vraća u more: pročišćene ili nepročišćene otpadne vode, ostatke goriva i zaštitnih boja s brodova, koncentriranu slanu vodu iz desalinizacije, sitni sediment s gradilišta.

Pojedinačno to često nije dramatično. Ali more zbraja. Isti greben koji svakodnevno posjećuju stotine ronilaca istodobno prima i sve ono što dolazi s obale i s brodova.

Što pokazuju mjerenja

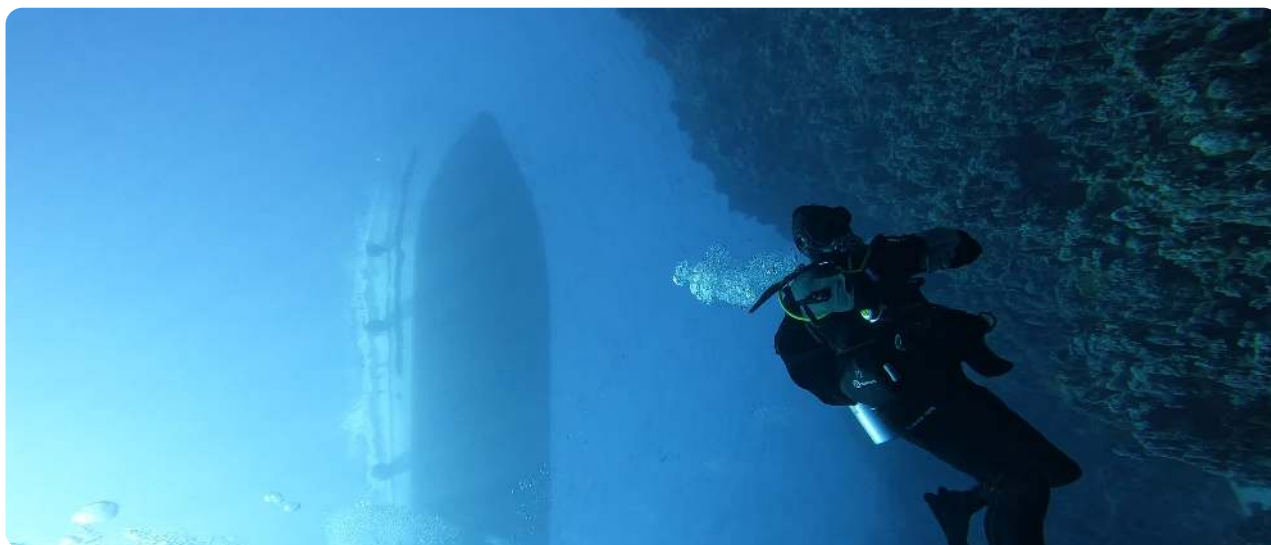
Egipatski i međunarodni istraživači godinama prate stanje mora oko Hurghade. Nekoliko nalaza dobro pokazuje kako izgleda „nevidljivo“ onečišćenje.

Luka i sidrišta. U području hurghadske luke i brodogradilišta izmjerene su povišene koncentracije teških metala. U morskoj vodi bile su najviše na ispustu cjevovoda desalinizacijskog postrojenja, a olovo je bilo posebno visoko u zoni u kojoj se vežu brodovi. Najveći dio metala vezivao se za najsitnije čestice sedimenta – upravo one koje struje i valovi lako podižu i raznose po grebenu.

Koralji kao spužva za metale. U istraživanju sedam lokaliteta na sjeveru Crvenog mora, među njima i Hurghade, metali (bakar, cink, olovo, kadmij, nikal, kobalt i željezo) mjereni su istodobno u vodi, sedimentu i koraljima. Na onečišćenijim mjestima razine su bile povišene u sva tri uzorka. Meki koralji nakupljali su više cinka, olova, kadmija i nikla od tvrdih koralja koji grade greben – školski primjer bioakumulacije.

Sićušni svjedoci. Jedno od novijih istraživanja u Hurghadskom zaljevu analiziralo je sediment s 29 postaja i

koristilo foraminifere – jednostanične organizme s vapnenačkom kućicom – kao bioindikatore. Uz obalu su pronađene deformirane kućice, a autori Hurghadu svrstavaju među egipatske crvenomorske ekosustave koje je ljudska djelatnost već oštetila. Deformacije foraminifera tihi su znak opterećenja okoliša i prije nego što na grebenu išta primijetimo.



Ronilac uz grebenski zid ispod ronilačkog broda -- prizor koji se oko Hurghade ponavlja stotine puta dnevno.

Nafta: opasnost koja je uvijek blizu

Sjeverno od Hurghade, u Sueskom zaljevu, nalaze se naftna polja i platforme. U lipnju 2010. dogodilo se izlivanje nafte s platforme kod Jebel al-Zayta – smatra se najvećim pučinskim izlivanjem u egipatskoj povijesti. Nafta je onečistila oko 160 km obale, uključujući plaže hotela. Šteta na grebenima na kraju je bila manja od strahovane jer su struje i vjetar brzo potisnuli naftu prema obali, dalje od koralja, a plaže su većinom očišćene ručno. Taj događaj ipak podsjeća koliko je ovaj ekosustav ranjiv: ishod je ovisio o vremenu i vjetru, a ne o pripremljenosti.

Naftni ugljikovodici nisu problem samo pri velikim nesrećama. Manje količine goriva i ulja iz brodskih motora i lučica neprekidno ulaze u more. Za ličinke koralja i riba, koje su u ranim stadijima najosjetljivije, važne mogu biti i niske, ali stalne koncentracije.



Lijevo: grebenski zid na drugom zaronu. Desno: lirorepi antijasi oko koraljne glavice -- život grebena ovisi o zdravlju koralja.

Slana voda i hranjive tvari

Postrojenja za desalinizaciju vraćaju u more koncentriranu slanu vodu, a s njom ponekad i kemikalije za održavanje postrojenja i povišenu temperaturu. Koralji su osjetljivi na promjene saliniteta; istraživači sa saudijskog sveučilišta KAUST preporučuju da izloženost slanoj vodi na grebenu ostane manja od 10 % iznad prirodnog saliniteta, jer i umjereno povišen salinitet može naškoditi pojedinim vrstama. Egipatska udruga za zaštitu Crvenog mora HEPCA upozorava da propisana udaljenost ispusta od 500 metara od obale nije dovoljna, jer grebeni ovdje mogu biti široki upravo toliko.

Otpadne vode donose višak hranjivih tvari – dušika i fosfora. To nije otrov u klasičnom smislu, ali mijenja odnose među organizmima: alge rastu brže i natječu se s koraljima za prostor i svjetlo, voda postaje mutnija, a koralji koji su prilagođeni siromašnom, kristalno čistom moru polako gube prednost. Takav proces često ide toliko polako da ga primijetimo tek kad je greben već promijenjen.

Kad se stresovi zbroje

Možda najvažnija lekcija ekotoksikologije jest da stresovi ne djeluju odvojeno. Koralji sjevernog Crvenog mora poznati su po iznimnoj otpornosti na toplinu. Istraživanja u susjednom Akapskom zaljevu pokazuju da mogu podnijeti temperature pri kojima koralji drugdje u svijetu izbije; objašnjenje se traži u povijesti Crvenog mora, u koje su kroz topli tjesnac Bab el-Mandeb mogli ući samo toplinski otporni koralji. Zato se sjever Crvenog mora smatra mogućim utočištem koraljnih grebena u doba klimatskih promjena.

No ta otpornost nije neograničena. U pokusu s koraljem *Stylophora pistillata* povišena koncentracija bakra smanjila je njegovu toplinsku toleranciju. Koralj koji se istodobno bori s onečišćenjem troši energiju koja mu kasnije nedostaje kad dođe toplinski val – i sporije se oporavlja. Lokalno onečišćenje tako može potkopati jednu od najvažnijih prirodnih prednosti Crvenog mora.

ZAŠTO JE TO VAŽNO?

Globalno zatopljenje ne možemo zaustaviti lokalno. Ali onečišćenje s obale i brodova možemo – a time koraljima ostavljamo više „rezerve“ za podnošenje toplinskih valova. Lokalna zaštita grebena zato je ujedno i najizvorniji način da im pomognemo preživjeti klimatske promjene.

Što je s kremom za sunčanje?

Ronioce često zanima i krema za sunčanje. Laboratorijsko istraživanje objavljeno 2016. pokazalo je da oksibenzon, UV-filtar iz mnogih krema, oštećuje ličinke koralja *Stylophora pistillata* – one se deformiraju i prestaju plivati – a na svjetlu je djelovanje još jače. Havaji su zato od 2021. zabranili prodaju krema s oksibenzonom i oktinoksatom. Koliko je problem velik u stvarnim uvjetima, znanstvenici još raspravljaju; i sam autor studije ističe da su sediment i otpadne vode s kopna veće prijetnje grebenima. Ipak, na plažama i ronilačkim mjestima s tisućama kupaca dnevno razuman je oprez.

ŠTO MOŽE UČINITI RONILAC?

- Ne dodirivati greben, ne stajati na koraljima i paziti na peraje i opremu.
- Birati kreme bez oksibenzona i oktinoksata – ili radije zaštitno odijelo ili majicu.
- Birati ronilačke centre i brodove koji koriste plutače za vezivanje umjesto sidrenja na grebenu i ne bacaju otpad u more.
- Ne hraniti ribe – hrana mijenja ponašanje riba i unosi dodatne hranjive tvari.
- Prijaviti onečišćenje (naftne mrlje, ispuste, otpad) lokalnim udrugama poput HEPCA-e.



Kraljevska anđeoska riba među koraljima i ronilac nad grebenom -- dva lica istog mora koje dijelimo.

Pravo pitanje

Crveno more kod Hurghade još čuva iznimno vrijedne grebene – vidjeli smo to i na našim zaronima, od ribe lava i plavotočkaste raže do jata antijasa i klaun riba u moruzgvi. Ali njihova otpornost ima granice. Zato zaštita mora zahtijeva više od uklanjanja vidljivog otpada. Potrebni su:

- pročišćavanje otpadnih voda i odgovorno ispuštanje slane vode iz desalinizacije,
- nadzor izvora onečišćenja – od luka i marina do naftnih platformi,
- dugoročno praćenje bioloških učinaka – od foraminifera do koralja.

Pravo pitanje nije samo koliko je more bistro, nego mogu li organizmi u njemu dugoročno zdravo živjeti i razmnožavati se.

Izvori

- Teški metali u vodi, sedimentu i koraljima sjevernog Crvenog mora, *Helgoland Marine Research*
<https://dx.doi.org/10.1007/s10152-010-0202-7>
- Madkour i Dar: antropogeni utjecaji u luci Hurghada, *Egyptian Journal of Aquatic Research*
<https://niof-eg.com/wp-content/uploads/2022/07/THE-ANTHROPOGENIC-EFFLUENTS-OF-THE-HUMAN.pdf>
- Foraminifere i teški metali u Hurghadskom zaljevu (PMC)
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10239395>
- Izlijevanje nafte kod Jebel al-Zayta 2010. (Wikipedia)
https://en.wikipedia.org/wiki/Jebel_al-Zayt_oil_spill
- Nature Middle East – izlijevanje nafte u Crvenom moru 2010.
<https://www.natureasia.com/en/nmiddleeast/article/10.1038/nmiddleeast.2010.175>
- HEPCA – Hurghada oil spill
<https://www.hepca.org/news/hurghada-oil-spill->
- KAUST – preporuke o ispuštanju slane vode iz desalinizacije (2026.)
<https://www.kaust.edu.sa/docs/kaustlibraries/downloads/policy-publications/justo-et-al-pbrief-21apr112026.pdf>
- HEPCA – o ispustima slane i otpadne vode
<https://www.hepca.org/news/hepca-responds-to-reports-of-coral-reef-destruction-in-makadi-bay->
- EPFL – koralji Akapskog zaljeva i globalno zatopljenje
<https://actu.epfl.ch/news/coral-reefs-in-the-gulf-of-aqaba-may-survive-globa/>
- Banc-Prandi i Fine – bakar smanjuje toplinsku toleranciju koralja
<https://cris.huji.ac.il/en/publications/copper-enrichment-reduces-thermal-tolerance-of-the-highly-resistant/>
- Downs i sur. (2016) – oksibenzon i ličinke koralja
<https://stars.library.ucf.edu/scopus2015/3013>
- Scientific American – rasprava o zabrani krema na Havajima
<https://www.scientificamerican.com/article/hawaii-seeks-to-ban-reef-unfriendly-sunscreen1/>

Fotografije: kadrovi iz videosnimaka zarona Kluba podvodnih aktivnosti Zaron kod Hurghade, 17.10.2026.