



# Novi računalni model otkriva nevidljivi život najveće morske kornjače na svijetu

*Novi računalni model pokazuje kako i male promjene u dostupnosti hrane i temperaturi mora mogu utjecati na sposobnost reprodukcije sedmopruge usminjače*

Što se događa s najvećom morskom kornjačom na svijetu tijekom 15 do 20 godina koje provede daleko od obale, izvan pogleda znanstvenika? Upravo na to pitanje odgovara novo istraživanje znanstvenice Instituta Ruđer Bošković dr. sc. Nine Marn i međunarodnog tima suradnika. Njihov rad, objavljen u časopisu [Marine Environmental Research](#), donosi računalni model koji prvi put rekonstruira cijeli životni ciklus sedmopruge usminjače i pokazuje koliko je ta vrsta osjetljiva na promjene u oceanu.

Model se temelji na općoj metaboličkoj teoriji (teorija dinamičkih energijskih budžeta, DEB) i pokazuje koliko su ove kornjače **osjetljive na uvjete u okolišu**. Simulacije upućuju na to da i relativno male promjene, poput smanjene dostupnosti hrane i nešto viših temperatura mora, mogu dugoročno utjecati na rast, sazrijevanje i broj potomaka koje ova vrsta ostavlja tijekom života. U vremenu ubrzanih klimatskih promjena i sve većeg pritiska na morske ekosustave, takvi su uvidi **važni za bolje razumijevanje rizika s kojima se suočavaju migratorne morske vrste**.

## Zašto je sedmopruga usminjača toliko izazovna za proučavanje?

Sedmopruga usminjače, kao i druge morske kornjače, veći dio života provode izvan našeg vidokruga. Kornjača izađe iz jajeta na plaži, ulazi u ocean i zatim sljedećih petnaest do dvadeset godina o njoj znamo vrlo malo. Tek kada se kao odrasla ženka vrati na plažu položiti jaja, ponovno postaje dostupna znanstvenom promatranju. Te dvije točke u životu kornjače često su gotovo sve čime biolozi raspolažu, dok između njih leže dva desetljeća života u otvorenom oceanu. Iako je Jadran jedno od najznačajnijih hranilišta za neke vrste morskih kornjača (glavata želva), sedmopruga usminjača jako je rijetko zabilježen gost naših voda, te uglavnom obitava u prostranstvima otvorenih oceana.

Odrasle ženke mogu težiti i do 400 kilograma, prelaze čitave oceane i rone na dubinama većim od tisuću metara. Za razliku od nekih vrsta morskih kornjača koje hranu traže u obalnim vodama, **sedmopruga usminjače približavaju se obali jedino u sezoni gniježdenja**. Hrane se uglavnom meduzama, odnosno plijenom koji im daje relativno malo energije. Da bi se uopće mogle razmnožavati, moraju godinama prikupljati dovoljno energije iz takvog oskudnog izvora hrane.

Problem za biologe nije samo veličina životinja ni udaljenost koju prelaze, nego i činjenica da se rast, sazrijevanje i stvaranje energijskih zaliha, dakle ključni dio njihovog života, odvija u otvorenom oceanu, gdje ih je vrlo teško izravno promatrati. Dosadašnji podaci uglavnom dolaze iz kratkoročnog uzgoja mladih kornjača u zatočeništvu i s gnjezdilišta odraslih ženki, dok između tih dviju faza i dalje postoji velika praznina u znanju.

## Što je DEB model i kako funkcionira?

DEB model (Dynamic Energy Budget) računalni je model koji opisuje kako organizam dobiva energiju iz hrane i raspoređuje je na ključne procese: održavanje tijela, rast, sazrijevanje, i (kao odrasla jedinka) razmnožavanje. Temperatura mora pritom može ubrzati ili usporiti te procese. Kada su poznati osnovni fiziološki parametri vrste, model može simulirati cijeli životni ciklus u različitim okolišnim uvjetima. Istraživanje je pravi primjer globalne znanosti jer uz dr. sc. Marn, autori rada su dr. sc. Anna A. Ortega i dr. sc. Nicola Mitchell sa Sveučilišta Western Australia, dr. sc. Jeanette Wyneken s Florida Atlantic sveučilišta te dr. sc. George Shillinger iz organizacije Upwell Turtles

Model je kalibriran na populaciji sjeverozapadnog Atlantika, za koju postoji najviše dostupnih podataka zahvaljujući jedinstvenim podacima dr. Wyneken sa sveučilišta Florida Atlantic University. Ona je jedna od rijetkih u svijetu koja uspješno odgaja mlade želve za život izvan akvarija uz pomoć posebno prilagođene prehrane te specifične oprsnice kako se mlade želve ne bi sudarale sa staklom akvarija. Upravo su njezini neobjavljeni podaci o rastu mladih kornjača uz podatke o plodnosti s gnjezdilišta u sjeverozapadnom Atlantiku omogućili parametrizaciju modela.

Raspon okolišnih uvjeta odabran u dogovoru s dr. sc. Shillingerom, svjetskim stručnjakom za ovu vrstu, dok su istraživanja provele dr. sc. Marn i Anna Ortega, doktorandica dr. sc. Mitchell, dr. sc. Marn s IRB-a i dr. sc. Shillinger iz američke organizacije Upwell Turtles.

„DEB model moguće je zamisliti kao fino baždareni kalkulator“, izjavila je dr. sc. Nina Marn. „U modelu prilagođavate dostupnost hrane i temperaturu mora te pratite što se događa s veličinom tijela, vremenom sazrijevanja i brojem jaja kroz cijeli život kornjače.“

## Što su simulacije otkrile?

Simulacije su pokazale da kornjače trebaju najmanje oko 85 posto prosječne dostupnosti hrane u svom okolišu da bi uopće spolno sazrele. Ispod tog praga ne uspijevaju prikupiti dovoljno energije za prijelaz u odraslu fazu i ne razmnožavaju se. To upućuje na vrlo uzak manevarski prostor u kojem i male promjene okolišnih uvjeta mogu imati velike posljedice.

Model također pokazuje da više hrane i povoljniji toplinski uvjeti općenito mogu dovesti do ranijeg sazrijevanja, većeg tijela i većeg reproduktivnog potencijala. No taj odnos nije jednostavan ni linearan. Temperatura i dostupnost hrane djeluju zajedno: toplije more može ubrzati metabolizam i razvoj, ali ako pritom nema dovoljno hrane, takvo ubrzanje ne mora dovesti do većeg rasta ni bolje reprodukcije. Upravo zato model daje vrijedne uvide u scenarije koje u prirodi nije moguće izravno testirati.

## Dva oceana, ista kornjača

Posebno važan uvid dolazi kada se isti model, uz iste fiziološke parametre, primijeni na populaciju u istočnom Pacifiku, koja je kritično ugrožena. Drugim riječima, model testira može li se velik dio razlika između atlantskih i pacifičkih kornjača objasniti uvjetima okoliša, a ne nužno razlikama u samoj fiziologiji vrste.

Rezultati pokazuju da bi već oko 5 posto manja dostupnost hrane i prosječno 1 °C toplije more mogli objasniti velik dio opaženih razlika između dviju populacija. Prema simulacijama, pacifičke kornjače sazrijevaju nešto ranije i pri sličnoj veličini, ali nakon sazrijevanja manje rastu, postižu manju konačnu veličinu i tijekom života proizvedu oko 19 posto manje jaja.

„Razlika od gotovo petine ukupnog potomstva posebno je podmukla jer je kratkoročno teško uočljiva“, objašnjava dr. sc. **Nina Marn**. „U pojedinoj sezoni gniježđenja pacifička

ženka može položiti sličan broj jaja kao atlantska, ali razlika postaje vidljiva tek kada se promatra cijeli životni ciklus, a upravo to ovaj model omogućuje.“

## Zašto je to važno za zaštitu vrste?

Sedmopruga usminjača globalno se suočava s ozbiljnim pritiscima, a više njezinih populacija bilježi pad brojnosti unatoč desetljećima zaštitnih mjera. Budući da njihove migracije obuhvaćaju čitave oceanske bazene, izložene su brojnim prijetnjama duž cijelog puta. Događaju se slučajni ulovi u ribolovne alate do gubitka gnjezdilišta i promjena u temperaturi mora te dostupnosti hrane povezanih s klimatskim promjenama, [a dodatan problem predstavlja i prisutnost \(mikro\)plastike u oceanima, koju ovi nježni divovi često zamijene za hranu.](#)

Vrijednost modela nije samo u tome što pomaže objasniti razlike koje već opažamo, nego i u tome što omogućuje procjenu budućih scenarija. Ako se temperatura oceana nastavi povećavati, a dostupnost hrane smanjivati, model može pomoći odrediti uvjete u kojima jedinke više ne uspijevaju sazrijeti ili značajno gube reproduktivni potencijal, što dugoročno može ugroziti populacije.

To nisu grube procjene, nego izračuni temeljeni na poznatoj fiziologiji vrste, dostupnim podacima i jasno definiranim okolišnim scenarijima.

## Korak prema razumijevanju migratornih vrsta

Svi podaci i kod modela javno su dostupni putem baze Add-my-Pet, što drugim istraživačima omogućuje da model koriste, provjeravaju i nadograđuju, kako za ovu, tako i za druge vrste morskih kornjača. U budućnosti bi se model mogao povezati s podacima o stvarnim migracijskim rutama, odnosno okolišnim uvjetima te pritiscima koji su tamo prisutni, čime bi simulacije postale realnije.

Dvadeset godina života u otvorenom oceanu dosad je bilo gotovo nevidljivo. Ovaj model te godine ne čini vidljivima u doslovnom smislu, ali čini nešto jednako važno, pretvara ih u mjerljive odnose koje možemo analizirati i koristiti za predviđanje budućnosti. A za vrstu koja živi na energetskom rubu, upravo bi takvi izračuni mogli biti važan korak prema boljoj zaštiti i oporavku populacija.

*Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom **HRZZ-IP-2022-10-5901 (QPlast)***