



Novi klimatski model Jadrana otkriva budućnost toplinskih valova i donosi smjernice za prilagodbu

AdriSC je prvi klimatski model Jadrana s tako visokom razlučivošću, sposoban pratiti sve procese koji uzrokuju morske toplinske valove i omogućiti pouzdane prognoze.

ZAGREB, 30. rujna 2025. - Dr. sc. Cléa Lumina Denamiel s Instituta Ruđer Bošković (IRB) razvila je AdriSC, računalni model Jadranskog mora koji prvi put s kilometarskom razlučivošću pokazuje što se zapravo događa tijekom morskih toplinskih valova. Spajanjem današnjih vremenskih obrazaca s pretpostavkom o ekstremnom zagrijavanju u dalekoj budućnosti, novi model otkriva kako bi morski toplinski valovi mogli postati puno topliji, trajati dulje i širiti se na veće područje nego ikad prije.

Za razliku od prijašnjih modela u kojima se „izgube“ važni detalji, AdriSC jasno pokazuje kako se isprepliću riječne struje, sunčevo zračenje i izmjena topline između mora i zraka, a upravo su ti podaci ključni obalnim zajednicama i uzgajivačima ribe koji se moraju pripremiti za topliji i nepredvidiviji Mediteran.

„Osim što donosi nova znanstvena saznanja, ovaj model nudi prijeko potreban alat za prilagodbu duž hrvatske obale. Pokazuje nam s čime će se akvakultura morati suočiti, ako se nastavi porast temperatura. Dok se već sada borimo s rekordnim toplinskim valovima, moramo biti svjesni da će oni u budućnosti postati gotovo stalni i puno intenzivniji“, ističe dr. sc. **Cléa Lumina Denamiel** iz Laboratorija za fizikalnu oceanografiju i kemiju vodenih sustava Zavoda za istraživanje mora i okoliša IRB-a, autorica AdriSC modela.

Dr. Denamiel već deset godina živi i radi u Hrvatskoj, gdje razvija računalne modele koji pokazuju kako će klimatski događaji i dugotrajno zagrijavanje promijeniti Jadran i obalu. Svoja najnovija otkrića opisala je u radu objavljenom u časopisu [Ocean Science](#).

Toplinski valovi ispod površine mora

Morski toplinski valovi (MHW) predstavljaju nagle i dugotrajne poraste temperature mora koji posljednjih desetljeća postaju sve češći i intenzivniji, s teškim posljedicama za morske ekosustave, ribarstvo, turizam i ljudske aktivnosti. Najviše je pogođeno Sredozemno more, uključujući Jadran, gdje dugotrajno zagrijavanje i sve češći toplinski valovi uzrokuju masovne pomore osjetljivih vrsta poput koralja, algi i spužvi, cvjetanje algi, manjak kisika te ugrožavaju ribarstvo i turizam.

Morski toplinski valovi događaju se kada temperature mora prijeđu uobičajene vrijednosti, najčešće za više od dva Celzijeva stupnja i to najmanje pet dana zaredom. To je jednostavna definicija, ali dobro opisuje kako neuobičajeno topla mora mogu poremetiti prirodnu ravnotežu. Takvi valovi nastaju kada more upije višak topline iz zraka ili zbog promjena u morskim strujama, a traju sve dok se toplota ne preraspodijeli ili izgubi.

AdriSC, koji spaja podatke o moru i atmosferi, radi u iznimno visokoj rezoluciji i omogućuje znanstvenicima da prate finu ravnotežu morskih struja, riječnih tokova i izmjene topline, što globalni modeli ne mogu pokazati dovoljno jasno.



Primjenom metode tzv. „pseudo-globalnog zagrijavanja“, dr. sc. Denamiel je modelirala buduću klimu tako da je današnje vremenske prilike promijenila s uvjetima kakvi se očekuju u dalekoj budućnosti. Rezultati su zabrinjavajući. Toplinski valovi u Jadranu postajat će sve češći i intenzivniji, zahvaćajući i područja koja su dosad bila pošteđena. U središnjem i istočnom Jadranu temperature će dulje ostajati visoke, ne samo ljeti, nego i u jesen, pa čak i zimi.

„Ne govorimo samo o povremenim ljetnim epizodama“, naglašava dr. Denamiel. „Ako se nastavi ekstremno zagrijavanje, mogli bismo imati gotovo stalna razdoblja visokih temperatura koja će potpuno promijeniti morski okoliš.“

Tko upravlja toplinskim valovima?

Model je pokazao da rijeka Po ima veliku ulogu u nastanku toplinskih valova u Jadranu. Kada je njezin protok slab u vodi je manje sedimenta koji inače djeluje poput „suncobrana“ pa sunčeve zrake prodiru dublje i more se brže zagrijava. Suprotno tome, jači protoci raspršuju toplinu i ublažavaju ekstremne temperature. Izmjena topline između mora i zraka, posebno uz rubove riječnog toka za vedrih i mirnih dana, dodatno pridonosi nastanku toplinskih valova.

S druge strane, povremeni dotoci hladne vode iz Egejskog mora mogu donekle ublažiti ekstremne uvjete, dok oscilacija između Jonskog i Jadranskog mora ima manju ulogu. Iako metoda pseudo-globalnog zagrijavanja pretpostavlja stalne klimatske signale, ona pouzdano hvata promjene koje pokreću toplinske valove. To znači da bi stvarni rizici u budućnosti mogli biti još veći.

Smjernice za budućnost

Obalne zajednice u Hrvatskoj i šire suočavaju se s ozbiljnim rizicima. Već danas rekordne temperature mora otežavaju rad ribogojilištima, a budućnost u kojoj će toplinski valovi biti češći i snažniji mogla bi ozbiljno ugroziti akvakulturu i lokalna gospodarstva. **AdriSC pokazuje gdje i kada će toplinski valovi biti najintenzivniji te nudi smjernice za prilagodbu, od uzgoja vrsta otpornijih na toplinu do preuređenja kaveza s boljom izmjenom vode.**

Ovo istraživanje dio je međunarodne inicijative **CoastPredict/GlobalCoast**, u kojoj model AdriSC i Hrvatska imaju ulogu pilot-projekta, a povezuje se i s projektom **Europskog istraživačkog vijeća** dr. sc. **Jelene Bujan**, čiji je cilj primijeniti visokorezolucijske modele u praktične mjere klimatske prilagodbe jadranskih otoka.

Dok su toplinski valovi na kopnu često u središtu pozornosti, novi model koji je razvila dr. Denamiel podsjeća da se i mora zagrijevaju velikom brzinom. AdriSC daje nam moćan alat da na to odgovorimo. Uz dobro planirane mjere prilagodbe, Jadran može biti bolje pripremljen za izazov sve češćih morskih toplinskih valova.

RAD: Far-future climate projection of the Adriatic marine heatwaves: a kilometre-scale experiment under extreme warming (<https://doi.org/10.5194/os-21-1909-2025>)