Zemlja akumulira sve više topline, a Hrvatska ulazi u razdoblje novih klimatskih rizika

Bojan Lipovšćak

Energetska neravnoteža Zemlje raste, oceani nastavljaju akumulirati toplinu, a snažan El Niño dodatno povećava izglede za ekstremne vremenske prilike. Hrvatska se pritom nalazi na području na kojem se susreću utjecaji Sredozemlja, kontinentalne Europe i Dinarida.

Klimatske promjene više nisu samo pitanje porasta prosječne temperature. Sve je izraženija promjena energetskog stanja klimatskog sustava, odnosno neravnoteža između energije koju Zemlja prima od Sunca i energije koju vraća u svemir. Višak energije zadržava se u klimatskom sustavu, ponajprije u oceanima, ali i u atmosferi, kopnu i ledenom pokrovu.

Prema izvješću Svjetske meteorološke organizacije za **COP31**, objavljenom u studenome 2026., razdoblje od 2015. do 2026. bit će najtoplije u dosadašnjem instrumentalnom nizu mjerenja.

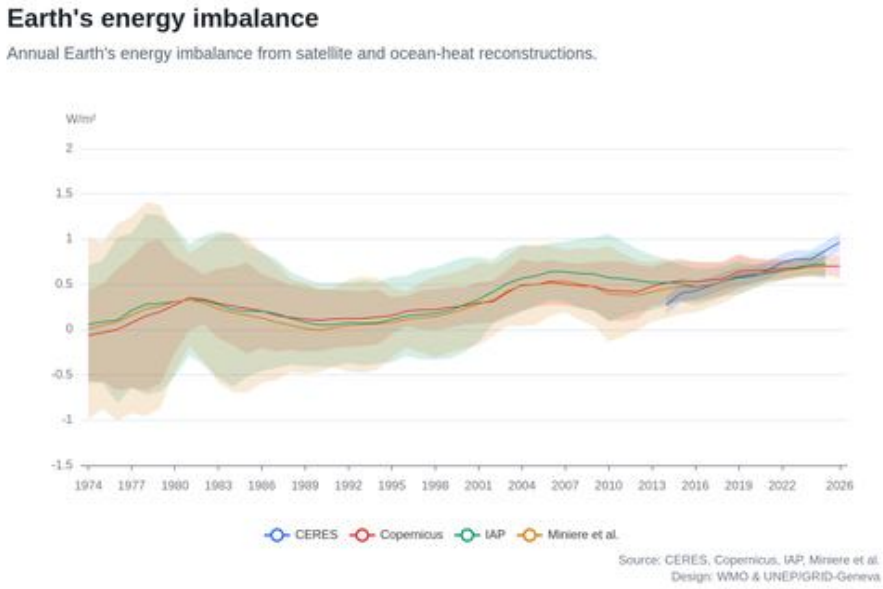
Godina 2026. već je sada na putu da se svrsta među četiri najtoplije godine otkako postoje sustavna globalna mjerenja. Prosječna globalna temperatura u razdoblju od siječnja do rujna 2026. bila je 1,47 ± 0,13 °C viša od predindustrijskog prosjeka iz razdoblja od 1850. do 1900. godine.

Za Hrvatsku su posebno važne posljedice takvog razvoja: Učestaliji i intenzivniji toplinski valovi, promjene raspoloživosti vode, veći rizik od suše, ali i mogućnost vrlo intenzivnih oborina u kratkom vremenu.

Klimatski rizik ne određuje samo promjena srednje temperature nego i promjena učestalosti, trajanja i intenziteta ekstremnih vremenskih događaja.

Energetska neravnoteža Zemlje: Sve više topline ostaje u klimatskom sustavu

Energetska neravnoteža Zemlje jedan je od najvažnijih pokazatelja suvremenih klimatskih promjena. Ona opisuje razliku između energije koja ulazi u Zemljin sustav i energije koja iz njega izlazi. Kada je neravnoteža pozitivna, Zemlja akumulira toplinu.

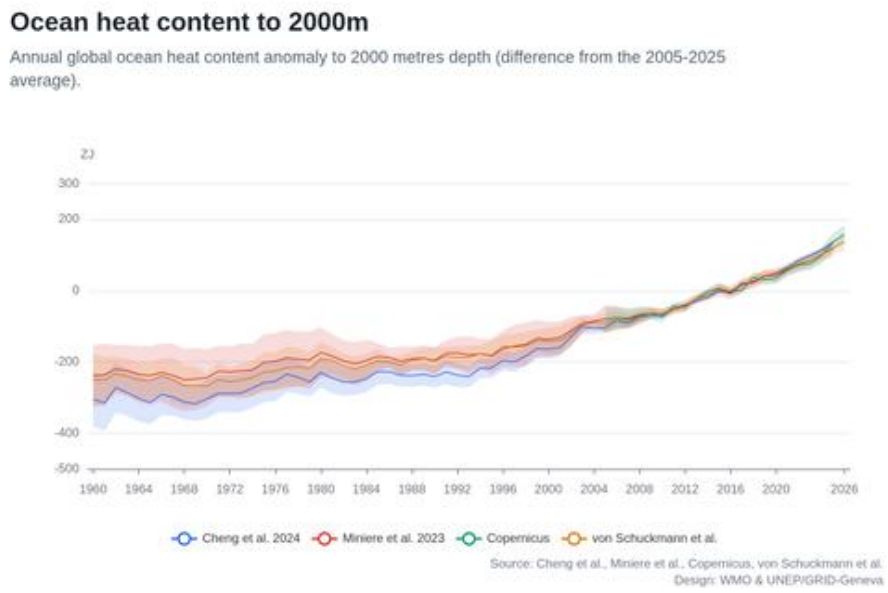


Copernicus / Screenshot

Od 1960. godine, otkako postoje odgovarajuća opažanja, toplina se kontinuirano akumulira u klimatskom sustavu. Posebno zabrinjava ubrzanje tog procesa tijekom posljednjih desetljeća.

Prema procjenama WMO-a, energetska neravnoteža, izračunata na temelju promjena toplinskog sadržaja oceana, povećavala se brzinom od 0,13 ± 0,03 W/m² po desetljeću u razdoblju od 1960. do 2025. godine. U razdoblju od 2001. do 2025. ta je stopa porasla na 0,30 ± 0,10 W/m² po desetljeću.

Satelitska mjerenja energetske bilance na vrhu atmosfere za razdoblje od 2001. do 2025. daju još veću procijenjenu stopu porasta, od 0,44 ± 0,13 W/m² po desetljeću. Različite procjene međusobno su sukladne unutar granica njihove nesigurnosti i potvrđuju da se akumulacija topline u Zemljinu sustavu ubrzava.



Copernicus / Screenshot

Više od 90 posto viška energije pohranjuje se u oceanima. Zato je toplinski sadržaj oceana jedan od najvažnijih pokazatelja promjena energetskog stanja planeta.

Tijekom 2025. godine toplinski sadržaj gornjih 2000 metara oceana dosegnuo je najvišu vrijednost u dosadašnjem nizu mjerenja, za 19 ± 11 zetadžula (ZJ) veću nego 2024. godine. Preliminarni podaci do srpnja 2026. pokazuju da se zagrijavanje oceana nastavilo.

Oceani, dakle, ne djeluju samo kao spremnik viška topline. Njihovo zagrijavanje mijenja morske ekosustave, utječe na raspodjelu morskih organizama, smanjuje sposobnost oceana da apsorbiraju ugljikov dioksid te, zajedno s topljenjem kopnenog leda, pridonosi porastu srednje razine mora.

Globalna temperatura i snažan El Niño

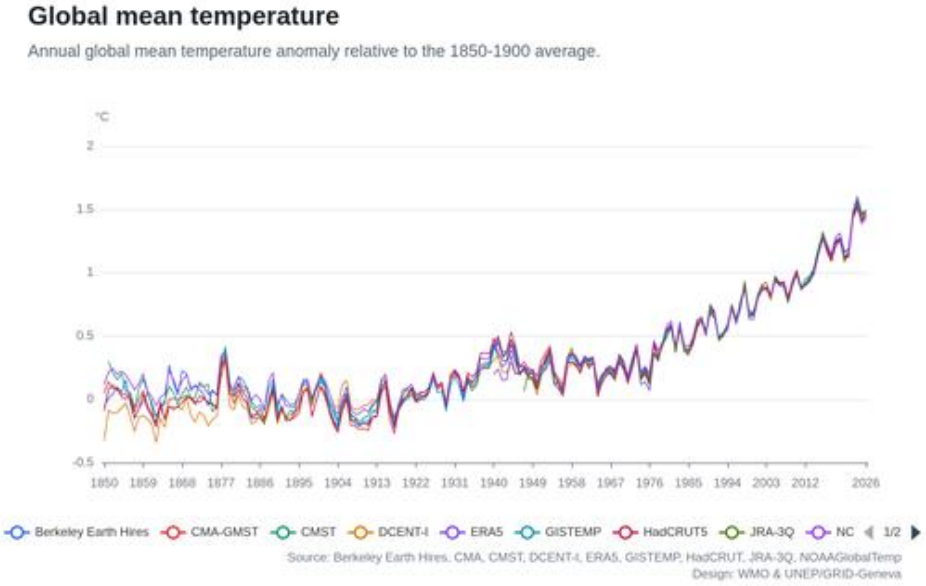
Globalna srednja temperatura u razdoblju od siječnja do rujna 2026. bila je 1,47 ± 0,13 °C viša od predindustrijskog prosjeka. Ta je vrijednost usporediva s godišnjim prosjecima za 2023. i 2025., dok je rekordna godina i dalje 2024., s anomalijom od 1,55 °C.

Važno je naglasiti da se podatak za 2026. odnosi na prvih devet mjeseci godine, a ne na konačni godišnji prosjek. WMO procjenjuje da će 2026. biti među četiri najtoplije godine u instrumentalnom nizu mjerenja.

Na globalnu temperaturu u 2026. utjecao je i brz prijelaz iz uvjeta La Niñe u El Niño. Nakon završetka La Niñe početkom godine temperatura

površine mora u središnjem i istočnom ekvatorijalnom Pacifiku počela je naglo rasti.

Anomalija temperature površine mora u području Niño 3.4 porasla je s 0,2 °C u ožujku na 2,5 °C u kolovozu.



Copernicus / Screenshot

Prema prognostičkim izračunima WMO-a, anomalija je u razdoblju od listopada do prosinca 2026. u pojedinim scenarijima mogla dosegnuti vrijednosti do 3,7 °C. Riječ je o prognoziranoj, a ne izmjerenoj vrijednosti. Takva bi anomalija značila vrlo snažan El Niño, jedan od najizraženijih u povijesti instrumentalnih opažanja.

El Niño prirodna je klimatska oscilacija povezana s promjenama temperature površine mora u ekvatorijalnom Pacifiku, ali i s promjenama pasatnih vjetrova i atmosferske cirkulacije. Njegov utjecaj

osjeća se na velikom dijelu planeta, pri čemu mijenja vjerojatnost pojave suša, poplava, toplinskih valova i drugih ekstrema.

Za Hrvatsku i Europu El Niño ne predstavlja izravnu sezonsku prognozu. Njegov utjecaj na europsku atmosfersku cirkulaciju posredan je i ovisi o godišnjem dobu, stanju drugih klimatskih oscilacija i rasporedu atmosferskih sustava.

Stoga se iz jačine El Niña ne može izravno zaključiti kakva će biti zima u Hrvatskoj. Ipak, zbog dodatnog zagrijavanja globalnog sustava, El Niño može pridonijeti održavanju vrlo visokih globalnih temperatura i povećanju rizika od klimatskih ekstrema tijekom prijelaza u 2027. godinu.



Open AI / ChatGPT

Europa: Regija koja se najbrže zagrijava

Prema regionalnim izvješćima WMO-a, Europa je tijekom posljednjih

30 godina bila regija koja se najbrže zagrijavala među promatranim regijama WMO-a.

Klimatske promjene pritom se ne očituju samo u porastu temperature nego i u promjenama oborinskog režima, učestalosti sušnih razdoblja i intenziteta ekstremnih vremenskih događaja.

Tijekom ljeta 2026. **toplinski valovi** imali su ozbiljne posljedice za zdravlje stanovništva. Privremene procjene dodatne smrtnosti u Europi premašile su 30.000 slučajeva tijekom ljeta, a za toplinski val od 22. do 28. lipnja procijenjeno je približno 16.000 dodatnih smrtnih slučajeva. Te brojke predstavljaju procjene koje još podliježu naknadnoj provjeri.

Toplinski valovi nisu opasni samo zbog visokih dnevnih temperatura. Posebno su opasne visoke noćne temperature koje onemogućuju fiziološki oporavak organizma.

Kada se nekoliko dana zaredom zadržavaju visoke dnevne i noćne temperature, povećava se opterećenje zdravstvenog sustava, osobito među starijim osobama, kroničnim bolesnicima i stanovništvom u gradovima.

Za Hrvatsku je taj problem posebno izražen u urbanim sredinama, gdje se zbog učinka gradskog toplinskog otoka noćno hlađenje odvija sporije nego u okolnim ruralnim područjima.

Zagreb, Osijek, Rijeka, Split i drugi gradovi sve će češće morati planirati prilagodbu na dulja razdoblja visokih temperatura, uključujući ozelenjivanje gradskih površina, očuvanje ventilacijskih koridora i zaštitu najranjivijih skupina stanovništva.

Hrvatska na dodiru kontinentalne i sredozemne klime

Hrvatska se nalazi na klimatski osjetljivom području na kojem se susreću utjecaji kontinentalne Europe, Sredozemlja i Dinarida. Zbog takva geografskog položaja klimatske promjene ne djeluju jednako na cijelom državnom području. Različite klimatske zone imaju različite oblike izloženosti i ranjivosti.

U panonskom dijelu Hrvatske posebno su važni toplinski valovi, sušna razdoblja i povećano isparavanje vode iz tla.

Porast temperature povećava potencijalnu evapotranspiraciju, odnosno količinu vode koja se vraća u atmosferu isparavanjem s tla i transpiracijom biljaka. Ako istodobno nema dovoljno oborina, smanjuje se zaliha vode u tlu, što može utjecati na poljoprivrednu proizvodnju, stanje vegetacije i raspoloživost vode.

U takvim uvjetima nije presudna samo ukupna količina oborina tijekom mjeseca ili sezone. Važan je i njihov vremenski raspored.

Nekoliko epizoda intenzivnih oborina ne mora nadoknaditi dugotrajan nedostatak vode, osobito ako velik dio oborinske vode brzo otječe površinom umjesto da prodire u tlo.

U dinarskom području i uz Jadran važnu ulogu ima orografija, odnosno utjecaj reljefa. Reljef prisiljava vlažan zrak na uzdizanje, što može pojačati stvaranje oblaka i oborina.

Kada se takvi procesi poklope s atmosferskom nestabilnošću, konvergencijom vjetra i prolaskom frontalnih sustava, mogu nastati vrlo intenzivne oborine u kratkom vremenu. Posljedice mogu biti bujične

poplave, nagli porast vodostaja manjih rijeka i potoka te odroni.

Toplija atmosfera može sadržavati veću količinu vodene pare. Prema poznatoj Clausius-Clapeyronovoj relaciji, kapacitet zraka za sadržavanje vodene pare povećava se približno sedam posto za svaki stupanj porasta temperature, uz pretpostavku približno iste relativne vlažnosti.

To ne znači da će svaka oborina biti sedam posto intenzivnija, nego da u uvjetima koji pogoduju nastanku oborinskog sustava atmosfera može raspolagati većom količinom vlage.

Intenzitet oborina i dalje ovisi o dinamici atmosfere, stabilnosti, vertikalnom gibanju i drugim meteorološkim čimbenicima.



Open AI / ChatGPT

Za Hrvatsku je stoga važno pratiti ne samo sezonske količine oborina nego i kratkotrajne epizode intenzivnih oborina, njihovo trajanje, prostornu raspodjelu i povezanost s hidrološkim odgovorom slivova.

Jadransko more: Porast razine mora i toplinski stres

Porast srednje razine mora jedan je od dugoročnih pokazatelja klimatskih promjena. Globalna srednja razina mora nastavila je rasti i tijekom 2026. godine, a u razdoblju satelitskih mjerenja od 1993. do 2026. uočava se ubrzanje tog procesa.

Prosječna stopa porasta iznosila je 2,4 milimetra godišnje u razdoblju od 1993. do 2002., a 3,9 milimetara godišnje u razdoblju od 2017. do 2026. godine.

Glavni uzroci dugoročnog porasta razine mora jesu toplinsko širenje morske vode zbog zagrijavanja oceana i mora te dodavanje vode nastale topljenjem ledenjaka i ledenih pokrova na kopnu.

Za hrvatsku obalu posebno je važno pratiti dugoročni porast srednje razine Jadranskog mora.

Uz njega, kratkotrajne promjene razine mora mogu izazvati olujno podizanje mora, povezano s djelovanjem vjetra i sniženim tlakom zraka.

U određenim atmosferskim uvjetima mogu nastati i meteotsunamiji, lokalno poznati kao šćige. Riječ je o naglim oscilacijama razine mora koje nastaju zbog brzih promjena atmosferskog tlaka i vjetra, a mogu se dodatno pojačati rezonancijom u zaljevima i lukama.

Takve pojave mogu izazvati naglo plavljenje niskih obalnih područja, luka i obalnih šetnica. Njihov učinak treba promatrati odvojeno od dugoročnog porasta srednje razine mora i uobičajenog olujnog podizanja mora.

Uz porast razine mora, za Jadran je sve važnije i zagrijavanje mora. Morski toplinski valovi mogu imati ozbiljne posljedice za morske ekosustave, ribarstvo i turizam.

Visoka temperatura mora može utjecati i na izmjenu topline i vlage između mora i atmosfere, što je jedan od čimbenika koji sudjeluju u razvoju oborinskih i olujnih sustava nad Sredozemljem.

Ledenjaci i zalihe vode: Globalni pokazatelji promjena

Gubitak ledene mase ledenjaka jedan je od najjasnijih pokazatelja dugoročnog zagrijavanja.

Prema podacima Svjetske službe za praćenje ledenjaka (World Glacier Monitoring Service, WGMS), ledenjaci su tijekom hidrološke 2025. godine izgubili 408 ± 132 gigatone (Gt) mase.

Od 1975. godine ukupni gubitak iznosio je 9583 ± 1211 Gt, što odgovara doprinosu globalnom porastu srednje razine mora od približno 26,4 ± 3,3 milimetra.

Posebno je značajno da je 2025. bila četvrta uzastopna hidrološka godina u kojoj je svih 19 promatranih ledenjačkih regija u svijetu zabilježilo neto gubitak ledene mase.

To pokazuje da se gubitak ledenjaka ne odnosi samo na pojedina geografska područja, nego je riječ o globalno rasprostranjenom procesu.

Promjene se ne odnose samo na ledenjake. Važan pokazatelj jest i ukupna količina vode pohranjene na kopnu, koja uključuje vodu u podzemlju, tlu, rijekama, jezerima, akumulacijama, snijegu i ledu.

Prema izvješću WMO-a, 2025. godine 42 posto analizirane globalne površine imalo je ispodprosječnu količinu vode pohranjene na kopnu, dok dugoročni prosjek tog pokazatelja iznosi 25 posto.

Taj podatak ne znači da je 42 posto kopna bilo zahvaćeno sušom niti se može izravno prenijeti na Hrvatsku. On pokazuje globalno pogoršanje raspoloživosti vode u velikom broju slivova i regija.

Za Hrvatsku je zato važno razvijati sustavno praćenje vlažnosti tla, podzemnih voda, vodostaja i hidroloških zaliha, osobito u razdobljima dugotrajnog izostanka oborina.

Klimatski rizici u Hrvatskoj: Od toplinskih valova do bujičnih poplava

Klimatske promjene za Hrvatsku ne znače jednostavno više suše ili više oborina. One povećavaju složenost hidrološkog i meteorološkog režima.

U pojedinim razdobljima mogu se izmjenjivati dugotrajna sušna razdoblja i kratkotrajne epizode vrlo intenzivnih oborina.

U kontinentalnom dijelu zemlje najveći rizik predstavljaju visoke temperature, dulja sušna razdoblja i smanjena raspoloživost vode u tlu.

To može utjecati na prinose poljoprivrednih kultura, potrebe za navodnjavanjem i stanje šumskih ekosustava.

U takvim okolnostima raste i opasnost od požara raslinja, osobito kada se visoke temperature poklope s niskom relativnom vlagom zraka, suhim gorivim materijalom i vjetrom.

U priobalju i na otocima važni su toplinski stres, suša, visoke

temperature mora i izloženost obalnih područja porastu razine mora.

Dinarsko područje i područja uz obalu dodatno su izloženi intenzivnim oborinama, bujičnim poplavama i složenim meteorološkim situacijama u kojima se susreću orografski utjecaji i atmosferska nestabilnost.

Posebnu pozornost treba posvetiti urbanim područjima. Nepropusne površine, izgrađenost i nedovoljna odvodnja mogu znatno povećati posljedice kratkotrajnih intenzivnih oborina.

Istodobno, nedostatak zelenih površina i slaba ventilacija gradskih prostora pojačavaju učinak toplinskog otoka tijekom toplinskih valova.

Za učinkovitu prilagodbu nije dovoljno osloniti se samo na dugoročne klimatske projekcije. Potrebno je povezati meteorološka mjerenja, satelitska opažanja, radarske podatke, hidrološko praćenje i numeričke prognostičke modele.

Posebno je važna mogućnost ranog upozoravanja na lokalne ekstremne pojave jer se njihove posljedice često razvijaju u razdoblju od samo nekoliko sati.

Od praćenja klime do pravodobnog upozoravanja

Izvješće WMO-a još jednom potvrđuje da su sustavna meteorološka, klimatološka i hidrološka opažanja temelj razumijevanja klimatskih promjena.

Satelitska mjerenja, meteorološke postaje, radari, oceanografske plutače i sustavi za mjerenje temperature i saliniteta mora omogućuju praćenje promjena u gotovo stvarnom vremenu.

Međutim, samo prikupljanje podataka nije dovoljno. Podaci moraju biti dostupni, međusobno povezani i pretvoreni u informacije koje mogu koristiti stanovništvu, poljoprivredi, prometu, energetici, turizmu i sustavima zaštite i spašavanja.

Za Hrvatsku to znači daljnje jačanje sustava ranog upozoravanja, bolju integraciju meteoroloških i hidroloških podataka te razvoj lokalnih prognoza koje mogu prepoznati opasne pojave na prostornoj skali manjoj od uobičajene prognostičke mreže.

Posebno je važno razvijati sustave koji mogu povezati opažanje pojave, njezinu brzu analizu i upozorenje na moguće posljedice.

U slučaju konvektivnih oluja, primjerice, nekoliko desetaka minuta dodatnog vremena za upozorenje može biti presudno za sigurnost ljudi i imovine.

Klimatske promjene nisu samo pitanje budućnosti

Podaci iz izvješća WMO-a pokazuju da se klimatski sustav i dalje zagrijava, da oceani akumuliraju sve više topline i da se energetska neravnoteža Zemlje povećava.

Snažan El Niño dodatno će utjecati na globalnu temperaturu i raspodjelu vremenskih ekstrema tijekom prijelaza u 2027. godinu.

Za Hrvatsku se ključni izazov ne sastoji samo u prilagodbi višim temperaturama. Potrebno je istodobno planirati upravljanje vodnim resursima, zaštitu od toplinskih valova, obranu od bujičnih poplava, prilagodbu poljoprivrede i zaštitu obalnih područja.

Klimatske promjene ne djeluju jednako u svim dijelovima zemlje, pa ni mjere prilagodbe ne mogu biti jednake. Panonska Hrvatska, Dinaridi i Jadran zahtijevaju različite pristupe, temeljene na lokalnim opažanjima i procjenama rizika.

Najvažnija poruka nije da možemo sa sigurnošću predvidjeti svaki ekstremni događaj, nego da možemo bolje pratiti uvjete njegova nastanka, procijeniti moguće posljedice i pravodobno upozoriti stanovništvo.

U klimatskom sustavu koji sve brže akumulira toplinu kvaliteta opažanja, prognoza i ranog upozoravanja postaje jedna od najvažnijih sastavnica sigurnosti društva.