

SAŽETI PRIKAZ KLIMATSKIH PROMJENA NA SREDOZEMLJU: učinak olujnih uspora na ZMP-ove

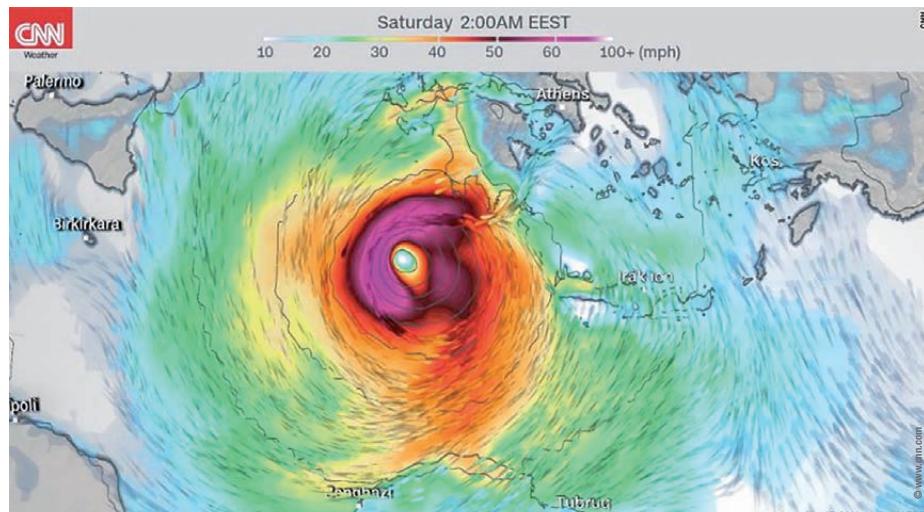
Ova informativna brošura pruža saznanja o olujnim usporima, prikazujući nam trenutačni i vjerovatni razvoj događaja te mogući utjecaj na ZMP-ove Sredozemlja i njegove ekosustave. Dio je serije informativnih brošura o klimatskim promjenama osmišljenih u svrhu pružanja ažuriranih informacija upraviteljima ZMP-ova Sredozemlja.

ŠTO UZROKUJE EKSTREMNE KLIMATSKE DOGAĐAJE?

Ekstremni klimatski događaji mogu se pripisati prirodnim klimatskim pojavama ili klimatskim promjenama potaknutima ljudskim djelovanjem. Klimatske promjene mogu doista imati različite učinke; tako mogu izazvati promjenu ciklonalne aktivnosti ili kretanja ciklona u određenim područjima, podizanje srednje razine mora, podizanje voda do ekstremnih razina, kao i srednju ili ekstremnu promjenu vjetrovalne klime koja može utjecati na učestalost i intenzitet oluja. [ref. 01].

U tom se kontekstu **oluje u priobalnom području** definiraju kao meteorološki potaknut poremećaj lokalnih morskih uvjeta (tj. valova i/ili razina vode) koji u znatnoj mjeri može promijeniti postojeću morfologiju i izložiti zaobalje valovima, strujama i/ili inundacijom.¹ Obično su povezane s prolaskom ciklonskih sustava poput tropskih ili izvantropskih ciklona ili sa snažnim vjetrovima i/ili oborinama, koji u kombinaciji s neuobičajenim morskim uvjetima mogu pridonijeti jačini oluja.

Među različitim vrstama ciklona koji utječu na regiju Sredozemlja, osobito važnu ulogu imaju ekstremni cikloni: snažnije vremenske nepogode mogu prouzročiti olujni vjetar, olujne uspore, odrone tla i poplave. **Olujni uspore** nagla su povećanja razine vode kao posljedica niskog tlaka i povezanih vjetrova. Stupanj olujnog uspora koji uzrokuju oluje u priobalnom području iznimno je složen te su, ovisno o topografiji pojedinog područja, prevladavajućim vjetrovima i značajkama oluje,



Mediterski uragan, rijetka oluja na jugu Jonskog mora. Ažurirano 27. rujna 2018.

moguće velike razlike između pojedinih sredozemnih regija.

Iznenadne i rijetke oluje poput **mediterranskih uragana**, eng. **medicane** [ref. 02], nalik su tropskim ciklonima, iako slabijeg intenziteta i razmjera. Mogu imati za posljedicu višu razinu mora od uobičajene, s naletima vjetra brzina koje premašuju 119 kilometara na sat i iznimno obilnim oborinama koje mogu prouzročiti lokalizirane poplave i promjene u obrascima sedimentacije.

za opis događaja sa značajnim učinkom na obalna područja. Specifične značajke obale u pojedinom području, osjetljivost i vrsta oluje pomažu pri utvrđivanju jačine oluje i pragova koji se primjenjuju za različita obalna područja. Primjerice, snažni i ustrajni vjetrovi koji prevladavaju u određenim područjima, poput maestrala na jugoistoku Francuske i bure na Balkanu, rezultat su specifične topografije tih regija i uz atmosferska kretanja poput sredozemnih ciklona često uzrokuju iznenadne oluje [ref. 04].

Jačina oluje obično se utvrđuje uvođenjem određenog praga visine valova tijekom minimalnog razdoblja relevantnog za trajanje oluje. Ti su pragovi specifični za pojedino područje, a najčešći su oni koji se primjenjuju na valove u rasponu od 1 do ≤ 4 m i minimalno trajanje oluje od 6 do 30 sati².

Pokazatelji jačine oluje u priobalnom području

Jačina oluje u priobalnom području utvrđuje se proučavanjem parametara poput visine, razdoblja trajanja i snage valova, trajanja oluje i vremena koje protekne između dvaju olujnih nevremena.

Gornja visina valova i trajanje oluje u većini su slučajeva najvažniji parametri

1. Harley, M. 2017. Definicija oluje u priobalnom području

2. Prag visine valova nastalih uslijed olujnih valova razlikuje se od valnih režima u uobičajenim uvjetima

NAJNOVIJA OPAŽANJA I PROGNOZE ZA PODRUČJE SREDOZEMLJA

Najnovija istraživanja pokazuju da se na sjeverozapadnom dijelu sredozemne obale bilježe najekstremniji slučajevi **iznimno oljnih oborina**. Prema istoku (u sjevernom dijelu Sredozemlja) i jugu njihova se jačina smanjuje. Jake su oborine na sjeverozapadnom Sredozemlju najčešće u jesen, dok se na istoku većinom bilježe zimi, osim u sjeverozapadnoj Africi, gdje su najčešće u proljeće. Od sredine sedamdesetih godina prošlog stoljeća, u sjevernoj i središnjoj Italiji uočena je i pojačana učestalost jakih površinskih vjetrova koja se povezuje s povećanjem temperature [ref. 03].

Provedeno je vrlo malo istraživanja u svrhu procjene oborinskih trendova na sredozemnim obalama. Podaci o valnoj klimi prikupljeni u razdoblju od 1985. do 2019. s trideset plutača postavljenih u blizini sredozemnih obalnih područja u Grčkoj, Italiji, Francuskoj i Španjolskoj ukazuju na trideset i pet olujnih nevremena godišnje na tom području, većinom u razdoblju od listopada do ožujka. Najekstremnija

olujna nevremena obično su popraćena visokim valovima (iznad 4 m) i u prosjeku traju 27 sati. [ref. 05]. Za usporedbu, trenutačna učestalost mediteranskih uragana iznosi dvadeset po desetljeću, prosječno 1-2 godišnje.

Trenutačne **prognoze** ne daju pouzdan uvid u dugoročne ciklonalne aktivnosti i često se razlikuju od regije do regije. No, Opći cirkulacijski modeli za simuliranje odgovora globalnog klimatskog sustava upućuju na mogući konsenzus u pogledu manjeg broja ciklona i učestalosti ekstremnih olujnih uspora tijekom zime (rasprostranjenost i trajanje) na čitavom Sredozemlju. [ref. 06, 07, 08, 13]. Nadalje, pojedini autori smatraju da će olujni uspori biti učestaliji u proljeće i ljeti, osobito na istočnom Sredozemlju i na Jadranu (2015.), s lokalnim povećanjem učestalosti na određenim područjima, primjerice na sjevernom Jadranu [ref. 08, 09].

Unatoč značajnom postotku nesigurnosti prognostičkih modela, očekuje se porast

broja jakih oluja praćenih vjetrom i obilnim oborinama, posebice na sjevernom Sredozemlju [ref.08], dok će se duži olujni uspori najvjerojatnije i dalje javljati u pojedinim dijelovima sredozemnog bazena. Prognoze pokazuju da se u prvoj polovini 21. stoljeća (do 2050.) jači olujni uspori očekuju i na području istočnog Sredozemlja te Jadran-skog, Balearskog i Tirenskog mora.

Uobičajenih do srednje jakih olujnih nevremena bit će sve manje, no vjerojatno će se povećati broj **ekstremnih slučajeva praćenih vjetrom** jačine iznad 60-90^{čvorova} ($1 \text{ čv} = 0,51 \text{ m s}^{-1}$) – mediteranskih uragana na cijelom području Sredozemlja. Najrizičnije je područje zapadnog sredozemnog bazena, s najvećom mogućnošću pojave mediteranskih uragana u listopadu [ref. 10].

Učinci olujnog nevremena, Camogli, Italija (2018.)



KAKO OLUJNA NEVREMENA UTJEĆU NA OBALNA STANIŠTA I VRSTE U ZAŠTIĆENIM MORSKIM PODRUČJIMA?

Obalne su zone iznimno ranjive na olujna nevremena. Tijekom razarajućeg djelovanja oluje, podignuta razina energije valova i/ili mora može biti veća od sposobnosti obalnih zona da ih ublaže, zbog čega zaobalje i obala mogu biti izloženi neuobičajeno jakim silama i opasnim uvjetima.

Ti događaji mogu imati **katastrofalne posljedice**, osobito na niske obale, i uzrokovati plavljenje. Što se tiče poplava, Sredozemlje je vrlo heterogeno područje: na sjeverozapadnom se dijelu nalaze velika područja koja ujesen pogađa ova pojавa, dok se na istočnome dijelu zimi javljaju izolirani slučajevi [ref. 11]. Do iznimno **jakih poplava** uzrokovanih nakupljanjem velike količine vode u riječnim slivovima može doći lokalno, uslijed obilnih padačina u kratkom vremenskom razdoblju ili postupno, pri čemu obično stradaju velika područja. Jaka olujna nevremena mogu potaknuti i eroziju stijena.

Trajanje, jačina i smjer olujnih nevremena utječu na ZMP-ove. Ekstremna olujna nevremena mogu imati značajne izravne učinke (primjerice plavljenje, **obalna erozija**, oštećenja imovine) i neizravne učinke (primjerice prodiranje soli, povlačenje zemljишta, uništenje vegetacije) ne samo na obalne zone, već i na samo more. Zajednice u plitkoj sublitoralnoj zoni bit će pogodjene abrazijom, a učinci se mogu negativno odraziti i na raznolikost zajednica i staništa na većim dubinama. Dokazano je da jake oluje utječu i na rast korala, smanjujući njihovu otpornost [ref. 12].



Cabo de Palos, Španjolska



© Alida Sáez / Dreamstime.com



VAŽNOST ZAŠTIĆENIH MORSKIH PODRUČJA:

Na koji način pridonose prilagodbi i ublažavanju rizika uzrokovanih olujnim nevremenima?

Ekosustavi ZMP-ova imaju ključnu ulogu u zaštiti i očuvanju obala. Obalni ekosustavi mogu ublažiti valove, protok i poplave, smanjiti otjecanje oborinskih voda i izgraditi obale pridonoseći stvaranju, zadržavanju i raspodjeli sedimentnih slojeva u priobalju.

Učinkovitim upravljanjem i održavanjem funkcionalnosti i usluga ekosustava, ZMP-ovi pridonose povećanju **ekološke, socijalne i ekonomске otpornosti** priobalnih i morskih zajednica na olujna nevremena.

Na sedimentnim obalama, prirodne značajke plaža poput **lažina** i nasipa pomažu pri smanjenju povlačenja obale i ranjivosti dina, dok močvarna staništa i ušća stvaraju prirodna plavna područja i ublažavaju snagu valova, stabiliziraju obalu i gomilaju sediment učinkovitije od degradiranih ili fragmentiranih staništa.

Praćenje učinaka olujnih nevremena u priobalnim i morskim zajednicama ZMP-ova pomoći će nam pri kvantifikaciji spomenutih promjena i razumijevanju osjetljivosti biljnih i životinjskih vrsta na te učinke. Time ćemo omogućiti razvoj kapaciteta za predviđanje dugoročnih promjena, kao i otpornost i **sposobnost prilagodbe** morskih i priobalnih zajednica.

Dodatni izvori informacija

U Europi postoji nekoliko lokalnih operativnih sustava za predviđanje olujnih uspora: **usluge praćenja stanja atmosfere programa Copernicus (CMEMS)** unose informacije iz različitih regionalnih domena u jedinstvenu platformu (<http://marine.copernicus.eu>).

baze podataka Europske mreže nadgledanja i prikupljanja podataka o moru (www.emodnet.eu) i nacionalni centri baza podataka također mogu osigurati važne informacije o snazi valova i olujama u blizini ZMP-ova.

Europska baza podataka o ekstremnim vremenskim događajima (<https://www.eswd.eu/>), koja prikuplja i osigurava detaljne i provjerene informacije o iznimno obilnim konvektivnim oborinama.

<https://mpa-adapt.interreg-med.eu/>

@MPA_adapt

Izrada i oblikovanje: Mar Otero. IUCN-ov
Centar za sredozemnu suradnju, 2019.

MPA-ADAPT PROJEKTNI PARTNERI:



BIBLIOGRAFIJA:

- 01 **Lionello i dr.** 2010. Severe marine storms in the Northern Adriatic: characteristics and trends. *Phys Chem Earth* 40:93–105. doi:10.1016/j.pce.2010.10.002
- 02 **Romero, R., and K. Emanuel**, 2013.: Medicane risk in a changing climate. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 5992–6001.
- 03 **Harley, M.** 2017. Coastal Storm Definition. 10.1002/9781118937099.ch1. U knjizi: *Coastal Storms: Processes and Impacts*, izdanje: prvo, poglavlje: 1., izdavač: Wiley-Blackwell, urednici: Giovanni Coco, Paolo Ciavola, str. 1-22
- 04 **Raveh-Rubin i Wernli**, 2015. Large-scale wind and precipitation extremes in the Mediterranean: a climatological analysis for 1979–2012. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 141: 2404 – 2417.
- 05 **Martzikos i dr.** 2019. Mediterranean Coastal Storms in a Changing Climate. konferencija: Prva međunarodna znanstvena konferencija o projektiranju lučkih priobalnih i pomorskih radova te o upravljanju njima, Atena, Grčka.
- 06 **Ulbrich i dr.** 2009. Extra-tropical cyclones in the present and future climate: a review. *Theor. Appl. Climatol.* 96:117–131.
- 07 **Zappa i dr.**, 2013. A multimodel assessment of future projections of North Atlantic and European extratropical cy-clones in the CMIP5 climate models. *J. Climate*, 26, 5846–5862.
- 08 **Nissen i dr.**, 2014. Mediterranean cyclones and windstorms in a changing climate. *Reg. Environ. Change*, 14: 1873–1890.
- 09 **Androulidakis i dr.** 2015. Storm surges in the Mediterranean Sea: Variability and trends under future climatic conditions. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71 (2015.) 56–82.
- 10 **Romero and Emmanuel** 2017. Climate Change and Hurricane-Like Extratropical Cyclones: Projections for North Atlantic Polar Lows and Medicanes Based on CMIP5 Models. *American Meteorological Society*, Vol. 30, 279–299.
- 11 **Llasat i dr.**, 2010. Riscos associats al clima, u: Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya, urednik: Llebot, J. E., Institut d'Estudis Catalans and Generalitat de Catalunya, Barcelona, 243–307, 2010.
- 12 **Teixido i dr.** 2013. Impacts on Coralligenous Outcrop Biodiversity of a Dramatic Coastal Storm. *PLoS ONE* 8(1): e653742. doi:10.1371/journal.pone.0053742
- 13 **Christensen i dr.**, 2013.: Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. U: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Prijevod na hrvatski: Enotrend, Samobor
Grafičko oblikovanje: SMAK - smart media knowledge, Zagreb