



# Kad more požuti: što nam pelud otkriva o budućnosti Jadrana

*Početak travnja more ispred Martinske promijenilo je boju. Na njegovoj se površini, ondje gdje se pogled obično zadržava na prijelazima plave i srebrne, pojavio žuti trag. Iz daljine je mogao izgledati kao mrlja nepoznatog podrijetla, a izbliza, kao sitan prah koji je vjetar spustio na more. Nije bila riječ ni o nafti, ni o cvjetanju mora, ni o onečišćenju u uobičajenom smislu. Bio je to pelud.*

**Martinska, Šibenik, 22. 5. 2026.** - Za većinu ljudi pelud je sezonski znak proljeća, znak cvatnje, alergija, žutih tragova na prozorima i automobilima. No, za znanstvenike Instituta Ruđer Bošković on je mnogo više od proljetne neugodnosti. Pelud je sitan, ali važan posrednik između kopna, atmosfere i mora. Putuje zrakom, taloži se na morskoj površini i ondje ulazi u osjetljiv obalni ekosustav u kojem i male promjene mogu imati šire posljedice.

Upravo je taj žuti sloj na površini mora jedno od polazišta projekta POLLMAR – Pelud u Jadranskom moru: dinamika unosa, kemijska karakterizacija i utjecaj na primarnu produkciju, koji financira Hrvatska zaklada za znanost. U sklopu projekta znanstvenici Zavoda za istraživanje mora i okoliša IRB-a od 7. do 11. travnja 2026. pod vodstvom dr. sc. Slađane Strmečki Kos, proveli su terenski mikrokozmos eksperiment na morskoj istraživačkoj postaji Martinska pokraj Šibenika.

Njihovo je pitanje jednostavno samo na prvi pogled: što se događa kada pelud s kopna završi u moru?

## Proljeće koje ulazi u more

Pelud u moru nije nova pojava. Stanovnici obale već su se susretali sa žutim mrljama koje se u proljeće i rano ljeto pojavljuju na površini Jadrana. No ono što se nekada moglo promatrati kao kratkotrajna prirodna pojava danas dobiva novo značenje.

Klimatske promjene utječu na trajanje i intenzitet sezona oprašivanja, mijenjaju obrasce cvatnje i pojačavaju zanimanje znanstvenika za sve procese koji povezuju atmosferu i more. Peludna zrnca, nošena vjetrom talože se na morskoj površini gdje ne ostaju samo pasivni trag kopnenog krajolika. Ona mogu otpuštati organsku tvar, hranjive spojeve, ali i tvari koje su se na njih vezale tijekom puta kroz atmosferu.

Posebno je važan površinski mikrosloj mora, najtanji sloj na granici mora i zraka. Iako je gotovo nevidljiv, riječ je o iznimno dinamičnom prostoru u kojem se susreću atmosfera, sunčevo zračenje, organska tvar, mikroorganizmi i tvari koje dolaze s kopna.

„Naša prethodna istraživanja u šibenskom području pokazala su da je površinski mikrosloj mora, onaj najtanji i najosjetljiviji sloj na granici mora i zraka, obogaćen peludnim zncima koja su uglavnom lokalnog i regionalnog podrijetla. Tijekom 2024. godine u tom smo sloju identificirali čak 89 različitih peludnih vrsta. Posebno je zanimljiv podatak da smo u ožujku iste godine u samo jednoj litri vode površinskog mikrosloja pronašli 205 000 peludnih zrnaca, pretežno peludi bora i čempresa.

Takvi rezultati mijenjaju način na koji gledamo na jedan naizgled običan proljetni prizor. Žuta površina mora više nije samo vizualna zanimljivost, nego znak intenzivne razmjene između

kopna, atmosfere i mora. Upravo zato želimo razumjeti što se s peludi događa nakon što dospije u morski okoliš te kako ona može utjecati na kemijske i biološke procese u obalnom ekosustavu Jadrana“, ističe dr. sc. Slađana Strmečki Kos, voditeljica projekta POLLMAR.

## Mali modeli Jadrana

Kako bi otkrili što se s peludi događa kada s kopna dospije u more, znanstvenici su na Martinskoj napravili male “džepne” verzije Jadrana. U posebne inkubacijske vreće stavili su morsku vodu i pelud, a zatim ih uronili natrag u more kako bi nekoliko dana živjele pod istim suncem, temperaturom i ritmom valova kao i okoliš oko njih.

Priča je počela na kopnu, među borovima. S obližnjih stabala prikupljena je pelud alepskog bora (*Pinus halepensis*), jedne od prepoznatljivih vrsta mediteranskog krajolika. Upravo takva pelud u proljeće, nošena vjetrom, često završi na morskoj površini. Istodobno je morska voda uzorkovana između Jadrije i otoka Prviča te dopremljena na istraživačku postaju Martinska.

Znanstvenici su ondje pripremili 12 inkubacijskih vreća. U svaku su dodali morsku vodu, a zatim različite količine peludi, kako bi mogli pratiti što se događa kada je u moru ima manje ili više. Vreće su potom pričvrstili u posebnom kavezu i uronili u more, gdje su pet dana ostale izložene prirodnoj svjetlosti i temperaturi.

U tim malim zatvorenim morskim svjetovima znanstvenici su promatrali veliko pitanje: mijenja li pelud more? Otpušta li tvari koje hrane ili mijenjaju život mikroorganizama? Može li ono što počinje kao žuti proljetni trag na površini pokrenuti promjene u nevidljivom, ali ključnom životu obalnog Jadrana?

## Terenski rad iza laboratorijskih rezultata

Znanost na terenu često je manje spektakularna nego što zamišljamo, ali upravo je u njezinoj preciznosti sadržana snaga rezultata. Iza svakog budućeg grafa stoji niz pažljivo izvedenih koraka od uzorkovanja, transporta, inkubacije, filtriranja, konzerviranja do obrade uzoraka.

Tijekom petodnevnog eksperimenta istraživački je tim redovito prikupljao vodu iz inkubacijskih vreća kako bi pratio promjene u fizikalno-kemijskim i biološkim parametrima. Posebnu su pozornost posvetili sastavu organske tvari, jer upravo ona može otkriti što pelud oslobađa u morski okoliš i kako se te tvari dalje uključuju u biogeokemijske procese.

Dio uzoraka analizirali su odmah, dok je dio konzerviran za daljnju laboratorijsku obradu. Takav pristup omogućuje znanstvenicima da promjene prate kroz vrijeme, od prvog kontakta peludi s morskom vodom do kasnijih reakcija sustava.

U eksperimentu su sudjelovali članovi istraživačkog tima s različitim zaduženjima. Terezija Galeković i Andrea Milinković sudjelovale su u uzorkovanju peludi bora, Tomislav Bulat i Nenad Muhin u prikupljanju morske vode za inkubaciju, Terezija Galeković i Hrvoje Vojvodić u pripremi inkubacija, Tomislav Bulat u fiksiranju inkubacijskih vreća u kavez, a Nenad Muhin i Hrvoje Vojvodić u uzorkovanju iz mikrokozmosa. Andrea Milinković, Terezija Galeković, Blaženka Gašparović i Slađana Strmečki Kos nastavile su rad na procesiranju uzoraka u laboratoriju na Martinskoj.

To je ona manje vidljiva strana znanosti - ruke u vodi, oprema na terenu, bilješke, uzorci i ponavljanja. Tek nakon toga dolaze podaci koji mogu promijeniti razumijevanje jednog ekosustava.

## Zašto je to važno?

Jadran je more koje često doživljavamo kroz ljepotu, turizam i obalu, ali za znanstvenike je on i osjetljiv biogeokemijski sustav. Srednji Jadran i šire područje Mediterana prirodno su siromašni hranjivim solima poput dušika i fosfora. U takvim uvjetima i dodatni unosi tvari iz atmosfere mogu postati važni.

Pelud je zanimljiva upravo zato što u morski okoliš donosi kopneni materijal. Kada dođe u dodir sa slanom ili bočatom vodom, peludno zrno može pucati i otpuštati različite organske spojeve. Ti spojevi mogu postati dostupni mikroorganizmima, utjecati na sastav otopljene organske tvari i promijeniti uvjete za primarnu produkciju.

Primarna produkcija temelj je morskog života. Ona počinje u mikroskopskim organizmima koji fotosintezom stvaraju organsku tvar i tako pokreću hranidbenu mrežu. Ako se promijeni dostupnost hranjivih tvari ili sastav organske tvari u površinskom sloju mora, posljedice se mogu prenijeti dalje kroz ekosustav.

Zato istraživanje peludi nije usko pitanje sezonske pojave na morskoj površini. Ono se tiče načina na koji obalni ekosustavi reagiraju na promjene u atmosferi, vegetaciji i klimi.

## Projekt na granici disciplina

POLLMAR povezuje znanja iz atmosferske kemije, aerobiologije, biogeokemije mora i oceanologije. Projekt ne promatra pelud samo kao biološki materijal, nego kao dio šireg ciklusa u kojem se kopno, zrak i more neprestano povezuju.

Istražuju se dinamika unosa peludi u obalno more srednjeg Jadrana, kemijski biomarkeri peludi u atmosferi i moru, ponašanje peludnih zrnaca u morskoj i bočatoj vodi, organska tvar koja se pritom oslobađa te mogući utjecaji na nutrijente i primarnu produkciju.

Voditeljica projekta je dr. sc. Slađana Strmečki Kos, a projektni tim okuplja znanstvenice i znanstvenike IRB-a te suradnike iz Hrvatske, Portugala i Poljske. Takva suradnja odražava složenost teme jer da bismo razumjeli što se događa s peludi u moru, potrebno je istodobno razumjeti biljke, atmosferu, kemiju, mikroorganizme i morske procese.

## Što nam govori žuta površina mora?

Velika znanstvena pitanja često počinju prizorom koji se lako previdi. Žuta površina mora može se činiti kao kratka proljetna epizoda koju će razbiti vjetar ili valovi. No za istraživače ona je trag procesa koji povezuje šume alepskog bora, atmosferske struje i mikroskopski život u moru.

Eksperiment proveden ispred Martinske pomoći će znanstvenicima da preciznije utvrde kako pelud utječe na fizikalno-kemijska i biološka svojstva morske vode. Rezultati će doprinijeti razumijevanju uloge peludi kao kopnenog izvora organske tvari u Jadranu, ali i procjeni njezina mogućeg utjecaja na obalne ekosustave Mediterana.

U vremenu klimatskih promjena takva istraživanja postaju sve važnija. Ona ne nude jednostavne odgovore, nego grade znanje potrebno da bismo bolje razumjeli more prije nego što se promjene u njemu počnu očitovati na većoj skali.

Jer ponekad se budućnost ekosustava ne najavljuje dramatično. Ponekad se pojavi tiho, početkom travnja, kao žuti prah na površini mora.